TÜV RHEINLAND
ENERGIE UND UMWELT GMBH

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-11120-02-00

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider der Fa. HORIBA Europe GmbH, Oberursel für die Komponente Schwebstaub PM_{10}

TÜV-Bericht Nr.: 936/21221789/A
Köln, 19. März 2013

www.umwelt-tuv.de

luft@de.tuv.com

Die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH ist mit der Abteilung Immissionsschutz
für die Arbeitsgebiete:

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Geruchsstoffen;
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung;
- Feuerraummessungen;
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung
- Bestimmung der Schornsteinhöhen und Immissionsprognosen für Schadstoffe und Geruchsstoffe;
- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen und Vibrationen, Bestimmung von Schallleistungspegeln und Durchführung von Schallmessungen an Windenergieanlagen

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Akkreditierung ist gültig bis 22-01-2018. DAkkS-Registriernummer: D-PL-11120-02-00.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
D - 51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-5200, Fax: 0221 806-1349

Leerseite

Kurzfassung

Im Auftrag der Firma HORIBA Europe GmbH führte die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider für die Komponente Schwebstaub PM_{10} durch. Die Eignungsprüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien und Anforderungen:

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004
- Europäische Norm EN 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM 10-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998
- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von Januar 2010

Die Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider ermittelt die Staubkonzentrationen mittels eines Radiometer-Messprinzips. Mit Hilfe einer Pumpe wird Umgebungsluft über einen PM_{10} Probenahmekopf angesaugt. Die staubbeladene Probenahmeluft wird anschließend auf ein Filterband gesaugt. Die Bestimmung der abgeschiedenen Staubmasse auf dem Filterband erfolgt nach der jeweiligen Probenahme durch das radiometrische Messprinzip der Beta-Absorption.

Der geprüfte Zertifizierungsbereich betrug:

Komponente	**Zertifizierungsbereich**
$PM_{2,5}$	0 – 1000 µg/m³

Die Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider ist bis auf ein abgeändertes Frontdesign absolut baugleich mit der Messeinrichtung BAM-1020 und wurde von der Fa. Met One Instruments, Inc. entwickelt und bei Met One komplett gefertigt. Sie ist daher unter dem Namen BAM-1020 mit PM_{10} Vorabscheider im Bundesanzeiger bekannt gegeben. Die Bekanntgabehistorie für die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{10} Vorabscheider der Fa. Met One Instruments, Inc. stellt sich wie folgt dar:

1. BAM-1020 mit PM_{10}-Vorabscheider mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. April 2007 (BAnz. S. 4139, Kapitel III Nummer 1.2)

   Die letzte Mitteilung zur Messeinrichtung erfolgte:

   BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. Februar 2013 (BAnz AT 05.03.2013 B10, Kapitel V, 2. Mitteilung), Stellungnahme vom 04. Oktober 2012

   Darüber hinaus wird mit Stellungnahme vom 18. März 2013 eine weitere aktuelle Mitteilung bzgl. neuer Softwareversion bei der zuständigen Stelle eingereicht werden.

Im Rahmen der folgenden Mitteilung erfolgte die Bekanntgabe der Baugleichheit Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider mit der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{10} Vorabscheider:

APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 25. Januar 2010 (BAnz. S. 552, Kapitel IV, 11. Mitteilung)

Des Weiteren erfolgte für die Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider der Firma HORIBA Europe GmbH die folgende letzte Mitteilung:

APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 06. Juli 2012 (BAnz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV, 3. Mitteilung), Stellungnahme vom 22. März 2012

Darüber hinaus gilt die o.g. letzte Mitteilung für die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. Februar 2013 (BAnz AT 05.03.2013 B10, Kapitel V, 2. Mitteilung) sowie die aufgeführte Stellungnahme vom 18. März 2013 ebenso für die Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider und wurde entsprechend im Bekanntgabetext berücksichtigt und in der Anlage aufgeführt.

Zur Bekanntgabe der Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider erfolgten keinerlei praktische Prüfungen. Es wurde lediglich eine Dokumentenprüfung durchgeführt und es wurde der Produktionsstandort auditiert.

Die Messeinrichtung wird ausschließlich bei der Met One Instruments, Inc. in Grants Pass, USA produziert. Die Produktion erfolgt parallel zu den Messeinrichtungen der Met One Instruments, Inc. unter den exakt gleichen Randbedingungen mit dem gleichen Personal und Material. Kontrollen der relevanten Zeichnungen und die Auditierung des Produktionsstandorts in Grants Pass, USA zeigten, dass die beiden Messeinrichtungen exakt baugleich sind.

Bei der Eignungsprüfung wurden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Seitens der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH wird daher eine Veröffentlichung als eignungsgeprüfte Messeinrichtung zur laufenden Aufzeichnung der Immissionen von Schwebstaub PM_{10} vorgeschlagen.

Das vorliegende Dokument beinhaltet einen Bekanntgabevorschlag für die Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider. Anlagen sind der Eignungsprüfbericht sowie ein Addendum zum Eignungsprüfbericht für die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{10}-Vorabscheider, die Mitteilungstexte zur Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider mit sowie des Handbuch für die Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider.

Leerseite

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-11120-02-00

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung APDA-371 mit PM10-Vorabscheider der Fa. HORIBA Europe GmbH, Oberursel für die Komponente Schwebstaub PM10

Geprüftes Gerät:	APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider für Schwebstaub PM_{10}
Hersteller:	HORIBA Europe GmbH Hans-Mess-Straße 6 61440 Oberursel
Prüfzeitraum:	von: Februar 2006 bis: Dezember 2006
Berichtsdatum:	19. März 2013
Berichtsnummer:	936/21221789/A
Bearbeiter:	Dipl.-Ing Karsten Pletscher karsten.pletscher@de.tuv.com
Fachlich Verantwortlicher:	Dr. Peter Wilbring peter.wilbring.@de.tuv.com

Leerseite

1. Allgemeines

1.1 Bekanntgabevorschlag

Aufgrund der erzielten positiven Ergebnisse wird folgende Empfehlung für die Bekanntgabe als eignungsgeprüfte Messeinrichtung ausgesprochen:

Messeinrichtung:
APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider

Hersteller:
HORIBA Europe GmbH, Oberursel

Eignung:
Zur kontinuierlichen Immissionsmessung der PM_{10} Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz

Messbereich in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungs-bereich	Einheit
PM_{10}	0 - 1.000	µg/m³

Softwareversionen:
Version 3236-07 5.1.1

Einschränkungen:
Keine

Hinweise:

1. Das Gerät ist zur Erfassung von PM_{10} mindestens mit folgenden Optionen auszustatten:
   Probenahmeheizung (BX-830), Probenahmekopf (BX-802) und Umgebungstemperatursensor (BX-592) bzw. kombinierter Druck- und Temperatursensor (BX-596)
2. Die Heizung darf nur in der während der Eignungsprüfung verwendeten Betriebsweise eingesetzt werden.
3. Die Volumenstromregelung hat auf Betriebsvolumen in Bezug auf die Umgebungsbedingungen zu erfolgen (Betriebsart ACTUAL).
4. Die Zykluszeit während der Eignungsprüfung betrug 1 h, d.h. jede Stunde wurde ein automatischer Filterwechsel durchgeführt. Jeder Filterfleck wurde nur einmal beprobt.
5. Die Messeinrichtung ist in einem verschließbaren Messcontainer zu betreiben.
6. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM_{10}-Referenzverfahren nach DIN EN 12341 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
7. Die Messeinrichtung kann optional mit der Pumpe BX-125 betrieben werden.

8. Die Messeinrichtung wird seit Januar 2012 mit einer neu designten Rückplatte vertrieben, um die erweiterten Schnittstellen, u. a. des optionalen Reportprozessors BX-965, unterzubringen.
9. Die Messeinrichtung erfüllt die Anforderungen der DIN EN 12341 sowie des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ in der Version vom Januar 2010. Darüber hinaus erfüllt die Herstellung und das Qualitätsmanagement der Messeinrichtung APDA-371 die Anforderungen der DIN EN 15267.
10. Die Erstbekanntgabe der Messeinrichtung erfolgte mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 25. Januar 2010 (BAnz. S. 552, Kapitel IV, 11. Mitteilung). Die letzte Mitteilung zur Messeinrichtung erfolgte mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 06. Juli 2012 (BAnz. AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV, 3. Mitteilung).
11. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter www.qal1.de einsehbar.

Prüfbericht:

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Köln
Bericht-Nr.: 936/21221789/A vom 19. März 2013

Köln, den 19. März 2013

Dipl.-Ing. Karsten Pletscher

Dr. Peter Wilbring

Anlagen:

- Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10 Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10, TÜV-Bericht Nr.: 936/21205333/A, vom 06.12.2006
- Addendum zum Eignungsprüfbericht der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{10}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{10} zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06.12.2006, TÜV-Bericht Nr.: 936/21220762/A, vom 12.12.2012
- Mitteilungstexte für Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider der Firma HORIBA Europe GmbH
- Bedienungshandbuch für die Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.
TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH
D-51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-2756, Fax: 0221 806-1349

TÜV RHEINLAND IMMISSIONSSCHUTZ UND ENERGIESYSTEME GMBH

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10 Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10

TÜV-Bericht: 936/21205333/A
Köln, 06.12.2006

Die TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH ist mit der Abteilung Immissionsschutz für die Arbeitsgebiete:

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Geruchsstoffen;
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung;
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Akkreditierung ist gültig bis 04-12-2010.
DAR-Registriernummer: DAP-PL-3856.99.

Akkreditiertes Prüfinstitut
Deutscher Akkreditierungs Rat
DAP-PL-3856.99

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10 Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM10

Geprüfte Messeinrichtung:	BAM-1020 mit PM10 Vorabscheider
Gerätehersteller:	Met One Instruments, Inc. 1600 NW Washington Blvd. Grants Pass, Oregon 97526 USA
Prüfzeitraum:	von: Februar 2006 bis: Dezember 2006
Berichtsdatum:	06.12.2006
Berichtsnummer:	936/21205333/A
Berichtsumfang:	insgesamt 320 Seiten Anhang ab Seite 146 Handbuch ab Seite 167 mit 153 Seiten

Inhaltsverzeichnis

1 KURZFASSUNG UND BEKANNTGABEVORSCHLAG 9

1.1 Kurzfassung 9

1.2 Bekanntgabevorschlag 12

1.3 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse 13

2 AUFGABENSTELLUNG 19

2.1 Art der Prüfung 19

2.2 Zielsetzung 19

3 BESCHREIBUNG DER GEPRÜFTEN MESSEINRICHTUNG 20

3.1 Messprinzip 20

3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung 21

3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung 24

4 PRÜFPROGRAMM 35

4.1 Allgemeines 35

4.2 Laborprüfung 35

4.3 Feldtest 36

5 REFERENZMESSVERFAHREN 45

6 PRÜFERGEBNISSE 47

6.1 4.1.1 Messwertanzeige 47

6.1 4.1.2 Wartungsfreundlichkeit 48

6.1 4.1.3 Funktionskontrolle 50

6.1 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten 52

6.1 4.1.5 Bauart 54

6.1 4.1.6 Unbefugtes Verstellen 55

6.1 4.1.7 Messsignalausgang 56

6.1 4.2 Anforderungen an Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz 58
6.1 5.1 Allgemeines 59
6.1 5.2.1 Messbereich 60
6.1 5.2.2 Negative Messsignale 61
6.1 5.2.3 Analysenfunktion 62
6.1 5.2.4 Linearität 64
6.1 5.2.5 Nachweisgrenze 65
6.1 5.2.6 Einstellzeit 67
6.1 5.2.7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur 68
6.1 5.2.8 Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur 70
6.1 5.2.9 Nullpunktsdrift 72
6.1 5.2.10 Drift des Messwertes 78
6.1 5.2.11 Querempfindlichkeit 84
6.1 5.2.12 Reproduzierbarkeit 85
6.1 5.2.13 Stundenwerte 87
6.1 5.2.14 Netzspannung und Netzfrequenz 89
6.1 5.2.15 Stromausfall 91
6.1 5.2.16 Gerätefunktionen 92
6.1 5.2.17 Umschaltung 93
6.1 5.2.18 Verfügbarkeit 94
6.1 5.2.19 Konverterwirkungsgrad 96
6.1 5.2.20 Wartungsintervall 97
6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit 98
6.1 5.3.1 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems 101
6.1 5.3.2 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme 109
6.1 5.3.3 Kalibrierung 114
6.1 5.3.4 Querempfindlichkeit 115

6.1 5.3.5 Tagesmittelwerte 118

6.1 5.3.6 Konstanz des Probenahmevolumenstroms 119

6.1 5.3.7 Dichtheit des Probenahmesystems 122

6.1 5.4 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen 123

7 WEITERE PRÜFKRITERIEN NACH LEITFADEN „DEMONSTRATION OF EQUIVALENCE OF AMBIENT AIR MONITORING METHODS“ 124

7.1 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} [9.5.2.1] 124

7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.5.6] 130

7.1 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7] 139

8 EMPFEHLUNGEN ZUM PRAXISEINSATZ 144

Arbeiten im Wartungsintervall 144

Funktionsprüfung und Kalibrierung 144

9 LITERATURVERZEICHNIS 145

10 ANLAGEN 146

1 Kurzfassung und Bekanntgabevorschlag

1.1 Kurzfassung

Gemäß der 1. Tochterrichtlinie 1999/30/EG vom 22.April 1999 „über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft“ zur Luftqualitätsrahmenrichtlinie 96/62/EG vom 27. September 1996 „über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität“ sind als Referenzmethoden zur Messung der PM10-Konzentration die in der EN 12341 „Ermittlung der PM10-Fraktion von Schwebstaub – Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“ beschriebenen Methoden zu verwenden. Die Mitgliedsstaaten können jedoch auch ein anderes Verfahren verwenden, wenn nachgewiesen werden kann, „dass dieses eine feste Beziehung zur Referenzmethode aufweist. In diesem Fall müssen die mit diesem Verfahren erzielten Ergebnisse um einen geeigneten Faktor korrigiert werden, damit gleichwertige Ergebnisse wie bei der Verwendung der Referenzmethode erzielt werden.“ (1999/30/EG, Anhang IX, Art. IV, Abs.2).

Die Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 von Juni 2002 beschreibt die „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung“. Die allgemeinen Rahmenbedingungen für die zugehörigen Prüfungen sind in der Richtlinie VDI 4203, Blatt 1 „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen – Grundlagen“ vom Oktober 2001 beschrieben. VDI 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen – Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“ vom August 2004 präzisiert diese Rahmenbedingungen.

Der Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods” der Ad-hoc-EG-Arbeitsgruppe vom November 2005 beschreibt darüber hinaus ein weiteres Verfahren für die Prüfung auf Äquivalenz von Nicht-Standardmessverfahren. Obwohl der genannte Leitfaden nicht normativ ist, wird die Anwendung von dem so genannten CAFE-Komitee vorläufig empfohlen.

Im Auftrag der Met One Instruments, Inc. führte die TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH die Eignungsprüfung der Messeinrichtung BAM-1020 für die Komponente Schwebstaub PM10 durch.

Die Eignungsprüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien und Anforderungen:

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002 [1]
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004 [2]
- Europäische Norm EN 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM 10-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998 [3]
- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von November 2005 [9]

Die Untersuchungen gemäß dem Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods” erfolgten exemplarisch auf Basis der in der Feldprüfung gemäß [1], [2] und [3] erzielten Messdaten. Dabei wurden die Untersuchungen abweichend zur Anforderung aus dem Leitfaden nur an drei statt vier Feldteststandorten und mit weniger als jeweils 40 validen Messwertpaaren pro Feldteststandort durchgeführt.

Die Messeinrichtung BAM-1020 ermittelt die Staubkonzentrationen mittels eines Radiometer-Messprinzips. Mit Hilfe einer Pumpe wird Umgebungsluft über einen PM10 Probenahmekopf angesaugt. Die staubbeladene Probenahmeluft wird anschließend auf ein Filterband gesaugt. Die Bestimmung der abgeschiedenen Staubmasse auf dem Filterband erfolgt nach der jeweiligen Probenahme durch das radiometrische Messprinzip der Beta-Absorption.

Die Untersuchungen erfolgten im Labor und während eines mehrmonatigen Feldtests.

Der mehrmonatige Feldtest erfolgte an den Standorten gemäß Tabelle 1:

Tabelle 1: Beschreibung der Messstellen

	Köln, Parkplatzgelände	Titz-Rödingen	Köln, Frankfurter Straße	zusätzlich Köln, Frankfurter Straße
Zeitraum	02/2006 – 04/2006	07/2006 – 09/2006	09/2006 – 10/2006	10/2006 – 11/2006
verwendeter PM10-Probenahmekopf	BX-802 US	BX-802 US	BX-802 US	BX-809 EU
Anzahl der Messwertpaare: Prüflinge	52	37	28	26
Charakterisierung	Städtischer Hintergrund	Ländliche Struktur	Verkehrsbeeinflusst	Verkehrsbeeinflusst
Einstufung der Immissionsbelastung	durchschnittlich bis hoch	niedrig	durchschnittlich bis hoch	durchschnittlich bis hoch

Bei der Eignungsprüfung wurden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Seitens der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH wird daher eine Veröffentlichung als eignungsgeprüfte Messeinrichtung zur laufenden Aufzeichnung der Immissionen von Schwebstaub PM10 vorgeschlagen.

1.2 Bekanntgabevorschlag

Aufgrund der erzielten positiven Ergebnisse wird folgende Empfehlung für die Bekanntgabe als eignungsgeprüfte Messeinrichtung ausgesprochen:

1.2.1	**Messaufgabe**	:	Laufende Aufzeichnung der Immissionen von Schwebstaub PM10
1.2.2	**Gerätename**	:	BAM-1020 mit PM10 Vorabscheider
1.2.3	**Messkomponenten**	:	Schwebstaub PM10
1.2.4	**Hersteller**	:	Met One Instruments, Inc. 1600 NW Washington Blvd., Grants Pass, OR 97526, USA
1.2.5	**Eignung**	:	Zur kontinuierlichen Immissionsmessung der PM10-Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz.
1.2.6	**Messbereiche bei der Eignungsprüfung**	:	0 bis 1,000 mg/m³ = 0 bis 1000 µg/m³
1.2.7	**Softwareversion**	:	Version 3236-02 3.2.1b
1.2.8	**Einschränkungen**	:	Keine
1.2.9	**Hinweise**	:	1. Das Gerät ist zur Erfassung von PM10 mit folgenden Optionen auszustatten: Probenahmeheizung (BX-830), Probenahmekopf (BX-802), Umgebungstemperatursensor (BX-592) und Luftdrucksensor (BX-594) 2. Die Heizung darf nur in der während der Eignungsprüfung verwendeten Betriebsweise eingesetzt werden. 3. Die Volumenstromregelung hat auf Betriebsvolumen in Bezug auf die Umgebungsbedingungen zu erfolgen (Betriebsart ACTUAL). 4. Die Messeinrichtung wurde während der gesamten Eignungsprüfung mit der Probenahmeheizung BX-830 betrieben. 5. Die Zykluszeit während der Eignungsprüfung betrug 1 h, d.h. jede Stunde wurde ein automatischer Filterwechsel durchgeführt. Jeder Filterfleck wurde nur einmal beprobt. 6. Die Messeinrichtung ist in einem verschließbaren Messcontainer zu betreiben. 7. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM10-Referenzverfahren nach DIN EN 12341 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
1.2.10	**Prüfinstitut**	:	TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH, Köln TÜV Rheinland Group Verantwortlicher Prüfer: Dipl.-Ing. Karsten Pletscher
1.2.11	**Prüfbericht**	:	936/21205333/A vom 06.12.2006

1.3 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Mindestanforderung		Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
4	Bauartanforderungen				
4.1	Allgemeine Anforderungen				
4.1.1	Messwertanzeige	Muss vorhanden sein.	Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige.	ja	47
4.1.2	Wartungsfreundlichkeit	Wartungsarbeiten sollten ohne größeren Aufwand möglichst von außen durchführbar sein.	Wartungsarbeiten sind mit üblichen Werkzeugen und vertretbarem Aufwand von außen durchführbar.	ja	48
4.1.3	Funktionskontrolle	Spezielle Einrichtungen hierzu sind als zum Gerät gehörig zu betrachten, bei den entsprechenden Teilprüfungen einzusetzen und zu bewerten. Prüfgaserzeugungssysteme müssen der Messeinrichtung ihre Betriebsbereitschaft über Statussignale anzeigen und direkt oder telemetrisch ansteuerbar sein. Unsicherheit dieser Prüfgaseinrichtung darf in drei Monaten 1 % von B2 nicht überschreiten.	Alle im Bedienungshandbuch beschriebenen Gerätefunktionen sind vorhanden, aktivierbar und funktionieren. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und über eine Reihe von verschiedenen Statusmeldungen (Betriebs-, Warn- und Fehlerstatus) angezeigt.	ja	51
4.1.4	Rüst- und Einlaufzeiten	Die Betriebsanleitung muss hierzu Angaben enthalten.	Die Rüst- und Einlaufzeiten wurden ermittelt.	ja	53
4.1.5	Bauart	Die Betriebsanleitung muss Angaben hierzu enthalten	Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Angaben zur Bauart sind vollständig und korrekt.	ja	54
4.1.6	Unbefugtes Verstellen	Muss Sicherung dagegen enthalten.	Die Messeinrichtung ist gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen von Geräteparametern gesichert. Die Messeinrichtung ist darüber hinaus in einem Messcontainer zu verschließen.	ja	55
4.1.7	Messsignalausgang	Muss digital und/oder analog angeboten werden.	Die Messsignale werden analog (0-1 bzw. 10 V oder 0 – 16 mA / 4 -20 mA) und digital (über RS 232) angeboten.	ja	56
4.2	Anforderungen an Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz	Ständige Betriebsbereitschaft muss gesichert sein; Anforderungen des stationären Einsatzes müssen analog im mobilen Einsatz erfüllt sein.	Die Messeinrichtung wurde im Rahmen des Feldtestes an mehreren verschiedenen Standorten betrieben. Ein mobiler Einsatz der Messeinrichtung wurde im Rahmen der Prüfung nicht geprüft.	nein	58

Mindestanforderung		Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.	Leistungsanforderungen				
5.1	Allgemeines	Herstellerangaben der Betriebsanleitung dürfen den Ergebnissen der Eignungsprüfung nicht widersprechen.	Differenzen zwischen Geräteausstattung und Handbüchern wurden nicht beobachtet.	ja	59
5.2	Allgemeine Anforderungen				
5.2.1	Messbereich	Messbereichsendwert größer B_2.	Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 - 1.000 µg/m³ eingestellt. Andere Messbereiche im Bereich zwischen minimal 0-100 µg/m³ und maximal 0-10.000 µg/m³ sind möglich.	ja	60
5.2.2	Negative Messsignale	Dürfen nicht unterdrückt werden (lebender Nullpunkt).	Negative Messsignale werden von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge korrekt ausgegeben.	ja	61
5.2.3	Analysenfunktion	Zusammenhang zwischen Ausgangssignal und Messgröße muss mittels Analysenfunktion darstellbar sein und durch Regressionsrechnung ermittelt werden.	Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen dem Referenzmessverfahren und der Geräteanzeige konnte nachgewiesen werden.	ja	62
5.2.4	Linearität	Abweichung der Gruppenmittelwerte der Messwerte von der Kalibrierfunktion im Bereich von Null bis B_1 maximal 5 % von B_1 und im Bereich Null bis B_2 maximal 1 % von B_2.	Für Staubmesseinrichtungen ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.3.1 „Gleichwertigkeit der Probenahmesysteme“ durchzuführen.	ja	64
5.2.5	Nachweisgrenze	Maximal B_0.	Die Nachweisgrenze ermittelte sich aus den Untersuchungen zu 1,7 µg/m³ für Gerät 1 (SN 4924) und zu 1,9 µg/m³ für Gerät 2 (SN 4925).	ja	64
5.2.6	Einstellzeit	Maximal 5 % der Mittelungszeit (gleich 180 Sekunden).	Nicht zutreffend.	-	67
5.2.7	Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur	Nullpunktmesswert darf bei ΔT_u um 15 K zwischen +5 °C und +20 °C bzw. um 20 K zwischen +20 °C und +40 °C B_0 nicht überschreiten.	Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Nullpunkt von 0,7 µg/m³ festgestellt werden.	ja	68
5.2.8	Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur	Der Messwert im Bereich von B1 darf nicht mehr als ± 5 % bei ΔT_u um 15 K zwischen +5 °C und +20 °C bzw. um 20 K zwischen +20 °C und +40 °C betragen.	Es konnten für Gerät 1 (SN 4924) keine Abweichungen > 0,1 %, für Gerät 2 (SN 4925) keine Abweichungen > 0,2 % zum Ausgangswert bei 20 °C ermittelt werden.	ja	70

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.2.9 Nullpunktsdrift	In 24 Stunden und im Wartungsintervall maximal B_0.	Die Messeinrichtung führt während jedem Messzyklus eine regelmäßige geräteinterne Überprüfung des Nullpunkts der radiometrischen Messung durch. Diese Überprüfung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs. Die im Rahmen der Driftuntersuchung im Wartungsintervall ermittelten Werte liegen innerhalb der erlaubten Grenzen.	ja	73
5.2.10 Drift des Messwertes	In 24 Stunden und im Wartungsintervall maximal 5 % von B_1.	Die Messeinrichtung führt während jedem Messzyklus eine regelmäßige geräteinterne Überprüfung der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung durch. Diese Überprüfung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs. Die im Rahmen der Untersuchung ermittelten Werte für die Drift der Empfindlichkeit betrugen im Wartungsintervall maximal 0,44 % (SN 4924) bzw. -0,02 % (SN 4925).	ja	79
5.2.11 Querempfindlichkeit	Im Bereich des Nullpunktes maximal B_0 und im Bereich B_2 maximal 3 % von B_2.	Nicht zutreffend.	-	84
5.2.12 Reproduzierbarkeit	$R_D \geq 10$ bezogen auf B_1.	Die Reproduzierbarkeit betrug im Feldtest minimal 16.	ja	85
5.2.13 Stundenwerte	Bildung muss möglich sein.	Die Bildung von Stundenwerten für die Komponente Feinstaub PM10 ist zur Überwachung der einschlägigen Grenzwerte nicht erforderlich, aber möglich.	ja	87
5.2.14 Netzspannung und Netzfrequenz	Messwertänderung bei B_1 maximal B_0 im Spannungsintervall (230 +15/-20) V und Messwertänderung im mobilen Einsatz maximal B_0 im Frequenzintervall (50 ± 2) Hz.	Durch Netzspannungsänderungen konnten am Nullpunkt maximale Abweichungen von -1,6 µg/m³ und an den geprüften Referenzpunkten von maximal 0,2 %.	ja	90
5.2.15 Stromausfall	Unkontrolliertes Ausströmen von Betriebs- und Kalibriergas muss unterbunden sein; Geräteparameter müssen gegen Verlust durch Pufferung geschützt sein; messbereiter Zustand bei Spannungswiederkehr muss gesichert sein und Messung muss fortgesetzt werden.	Alle Geräteparameter sind gegen Verlust durch Pufferung geschützt. Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig den Messbetrieb nach Erreichen der nächsten vollen Stunde wieder fort.	ja	91

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.2.16 Gerätefunktionen	Müssen durch telemetrisch übermittelbare Statussignale überwachbar sein.	Die Messeinrichtungen können über ein Modem von einem externen Rechner aus umfassend überwacht und gesteuert werden.	ja	92
5.2.17 Umschaltung	Messen/Funktionskontrolle und/oder Kalibrierung muss telemetrisch und manuell auslösbar sein.	Grundsätzlich können alle notwendigen Arbeiten zur Funktionskontrolle und Kalibrierung direkt am Gerät oder aber per telemetrischer Fernbedienung überwacht werden.	ja	93
5.2.18 Verfügbarkeit	Mindestens 90 %.	Die Verfügbarkeit betrug für beide Geräte 99,7 % ohne prüfungsbedingte Ausfälle, bzw. 99,0 % inkl. prüfungsbedingter Ausfälle.	ja	94
5.2.19 Konverterwirkungsgrad	Mindestens 95 %.	Nicht zutreffend.	entfällt	96
5.2.20 Wartungsintervall	Möglichst 28 Tage, mindestens 14 Tage.	Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 4 Wochen.	ja	97
5.2.21 Gesamtunsicherheit	Einhaltung der Anforderungen an die Datenqualität [G10 bis G12].	Die Gesamtunsicherheiten ergaben sich zu 7,23 % bzw. 7,89 % für U(c) und 7,44 % bzw. 8,28 % für $U(\overline{c})$.	ja	98
5.3 Anforderungen an Messeinrichtungen für partikelförmige Luftverunreinigungen				
5.3.1 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems	Zum Referenzverfahren nach DIN EN 12 341 [T2] ist nachzuweisen.	Die Referenz-Äquivalenzfunktionen liegen in den Grenzen des jeweiligen Akzeptanzbereiches. Weiterhin ist der Variationskoeffizient R^2 der berechneten Referenz-Äquivalenzfunktionen im betreffenden Konzentrationsbereich ≥ 0,95.	ja	102

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.3.2 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme	Ist im Feldtest nach DIN EN 12 341 [T2] für zwei baugleiche Probenahmesysteme nachzuweisen.	Der zweiseitige Vertrauensbereich CI95 liegt mit maximal 2,54 µg/m³ unterhalb des geforderten Wertes von 5 µg/m³	ja	110
5.3.3 Kalibrierung	Durch Vergleichsmessung im Feldtest mit Referenzverfahren nach DIN EN 12 341 [T2]; Zusammenhang zwischen Messsignal und gravimetrischer Referenzkonzentration als stetige Funktion ermitteln.	Siehe Modul 5.2.3.	-	114
5.3.4 Querempfindlichkeit	Maximal 10 % von B_1.	Es konnte kein Störeinfluss > 1,46 µg/m³ Abweichung vom Sollwert durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte auf das Messsignal festgestellt werden. Während des Feldtestes konnten bei wechselnden relativen Luftfeuchten und aktiviertem Heizsystem kein negativer Einfluss auf die Messwerte beobachtet werden.	ja	116
5.3.5 Tagesmittelwerte	24 h-Mittelwerte müssen möglich sein; Zeit für den Filterwechsel maximal 1 % der Mittelungszeit.	Mit der beschriebenen Gerätekonfiguration und einem Messzyklus von 60 min, ist die Bildung von validen Tagesmittelwerten auf Basis der 24 Einzelmessungen möglich .	ja	118
5.3.6 Konstanz des Probenahmevolumenstroms	± 3 % vom Sollwert während der Probenahmedauer; Momentanwerte ± 5 % vom Sollwert während der Probenahmedauer.	Alle ermittelten Mittelwerte über den Messzyklus weichen weniger als ± 3 %, alle Momentanwerte weniger als ± 5 % vom Sollwert ab.	ja	120
5.3.7 Dichtheit des Probenahmesystems	Undichtigkeit maximal 1 % vom Probenahmevolumen.	Die maximal ermittelten Undichtigkeiten ergaben sich zu 0,6 % für Gerät 1 (SN 4924) sowie zu 0,6 % für Gerät 2 (SN 4925).	ja	122
5.4 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen	Müssen für jede Einzelkomponente im Simultanbetrieb aller Messkanäle erfüllt sein; im Sequenzbetrieb muss die Bildung von Stundenmittelwerten gesichert sein.	Nicht zutreffend.	-	123

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
Weitere Prüfkriterien nach Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“				
Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen ubs [9.5.2.1]	Ist im Feldtest gemäß Punkt 9.5.2.1 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ für zwei baugleiche Systeme zu ermitteln.	Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ubs liegt mit maximal 1,22 µg/m³ unterhalb des geforderten Wertes von 3 µg/m³.	ja	124
Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.5.6]	Ermittelung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge gemäß den Punkten 9.5.2.2ff des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“.	Die ermittelten Unsicherheiten WCM liegen ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit Wdqo von 25 % für Feinstaub.	ja	130
Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7]	Ist die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] festgelegte erweiterte relative Unsicherheit, ist eine Anwendung von Korrekturfaktoren zulässig. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen gemäß den Punkten 9.5.2.2ff. des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ erfüllen.	Die Prüflinge erfüllen während der Prüfung die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren.	ja	139

2 Aufgabenstellung

2.1 Art der Prüfung

Im Auftrag der Met One Instruments, Inc. wurde von der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH eine Eignungsprüfung für die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM10 Vorabscheider vorgenommen. Die Prüfung erfolgte als vollständige Eignungsprüfung.

2.2 Zielsetzung

Die Messeinrichtung soll den Gehalt an PM10 Feinstaub in der Umgebungsluft im Konzentrationsbereich 0 bis 1,000 mg/m³ = 0 bis 1000 µg/m³ bestimmen.

Die Eignungsprüfung war anhand der aktuellen Richtlinien zur Eignungsprüfung durchzuführen.

Die Prüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien:

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002, [1]
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004, [2]
- Europäische Norm EN 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM 10-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998, [3]

Im Rahmen der vorliegenden Eignungsprüfung erfolgte darüber hinaus eine zusätzliche exemplarische Auswertung der Feldtestdaten nach den Kriterien des Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods” der EU-Arbeitsgruppe.

- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von November 2005, [9]

Die Untersuchungen gemäß dem Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods” erfolgten exemplarisch auf Basis der in der Feldprüfung gemäß [1], [2] und [3] erzielten Messdaten. Dabei wurden die Untersuchungen abweichend zur Anforderung aus dem Leitfaden nur an drei statt vier Feldteststandorten und mit weniger als jeweils 40 validen Messwertpaaren pro Feldteststandort durchgeführt.

3 Beschreibung der geprüften Messeinrichtung

3.1 Messprinzip

Die Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 basiert auf dem Messprinzip der Beta-Abschwächung.

Das Prinzip der radiometrischen Massenbestimmung basiert auf dem physikalischen Gesetz der Abschwächung von Beta-Strahlen beim Durchgang durch eine dünne Schicht an Material. Es gilt folgende Beziehung:

$$c\left(\frac{\mu g}{m^3}\right) = \frac{10^6\, A(cm^2)}{Q\left(\frac{l}{min}\right)\Delta t(min)\mu\left(\frac{cm^2}{g}\right)} \ln\left(\frac{I_0}{i}\right)$$

Hierin sind:

C	Partikel-Massenkonzentration	A	Sammelfläche für Partikel (Filterfleck)
Q	Probenahmedurchflussrate	Δt	Probenahmezeit
μ	Massenabsorptionskoeffizient	I_0	Betazählrate am Anfang (Tara)
I	Betazählrate am Ende		

Die radiometrische Massenbestimmung wird im Werk kalibriert und im laufenden Betrieb im Rahmen der geräteinternen Qualitätssicherung stündlich an Nullpunkt (unbelegter Filterfleck) und Referenzpunkt (eingebaute Referenzfolie) überprüft. Aus den erzeugten Daten lassen sich auf einfachem Wege Messwerte an Null- und Referenzpunkt herleiten. Diese können mit den Stabilitätsanforderungen (Drift) bzw. mit dem Sollwert für die Referenz (Werkseinstellung, siehe Anhang B in der Betriebsanleitung) verglichen werden.

3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung

Die Partikelprobe passiert mit einer Durchflussrate von 1 m³/h den PM10-Probenahmekopf und gelangt über das Probenahmerohr zum eigentlichen Messgerät BAM-1020.

Im Rahmen der Eignungsprüfung wurde die Messeinrichtung mit der Probenahmeheizung BX-830 betrieben.

Die Steuerung der Heizung kann über zwei Regelgrößen bzw. deren Kombination erfolgen:

1. Die relative Feuchte RH am Filterband (Werkseinstellung: 45 %)
2. Die Temperaturdifferenz Delta-T zwischen Umgebungstemperatur und Temperatur am Filterband (Werkeinstellung: 5 °C)

Sobald die relative Feuchte RH 1% unter dem Sollwert liegt oder der kritische Delta-T-Wert erreicht bzw. überschritten ist, wird die Heizung ausgeschaltet. Dabei ist das Delta-T-Kriterium das schärfere Kriterium, d.h. sollte die relative Feuchte RH über dem Sollwert liegen aber der Delta-T-Wert größer oder gleich dem kritischen Wert sein, wird die Heizung ausgeschaltet.

Im Rahmen der Eignungsprüfung waren die Prüflinge in einem klimatisierten Messcontainer installiert. Eine Regelung der Heizung über das Delta-T-Kriterium ist in dieser Konfiguration wenig sinnvoll. Aus diesem Grunde wurde die Heizung während der kompletten Prüfung ausschließlich über den Parameter Feuchte RH geregelt.

Die Partikel erreichen das Messgerät und werden auf dem Glasfilterband der radiometrischen Messung abgeschieden.

Ein Messzyklus (inkl. automatischer Überprüfung der radiometrischen Messung) läuft dabei folgendermaßen ab (Einstellung: Messzeit für Radiometrie 4 min):

1. Die Anfangs- oder Leermessung auf dem sauberen Filterband I_0 findet am Anfang des Zyklus statt. Sie dauert 4 min.
2. Das Filterband wird über eine Strecke von 4 Bestaubungsflecken vorwärts transportiert und unter die Probenahmestelle geschoben. Die Probenahme erfolgt auf dem Filterfleck, auf dem I_0 vorher bestimmt wurde. Durch diesen Filterfleck wird nun für eine Probenahmedauer von 50 min die Partikel beladene Luft gesaugt.
3. Gleichzeitig wird 4 Bestaubungsflächen zurück auf dem Filterband eine radiometrischen Messung I_1 für die Dauer von 4 Minuten vorgenommen. Die Messung erfolgt zur Verifizierung etwaiger Drifteffekte durch sich ändernde äußere Einflüsse wie Temperatur und relative Feuchte. Eine dritte radiometrische Messung I_2 erfolgt an gleicher Stelle mit eingeschobener Referenzfolie. Um Überschneidungen mit dieser automatischen Überprüfung zu vermeiden, sollte die Probenahmezeit in jedem Fall größer als 13 min sein.
   Steht ausreichend Zeit zur Verfügung, erfolgt vier Minuten vor Ende der Sammelzeit an derselben Stelle des Filterbandes noch mal eine Messung auf dem Filterband $I_{1x,}$ mit deren Hilfe aus I_1 und I_{1x} die Stabilität am Nullpunkt überwacht werden kann.
4. Das Filterband wird nach beendeter Probenahme um 4 Bestaubungsflächen zurück gefahren und der belegte Filterfleck wird radiometrisch vermessen (I_3). Die Berechnung der Konzentration bildet den Abschluss des Messzyklus.
5. Der nächste Zyklus beginnt mit Schritt 1

Abbildung 1 zeigt schematisch den Ablauf eines Messzyklus.

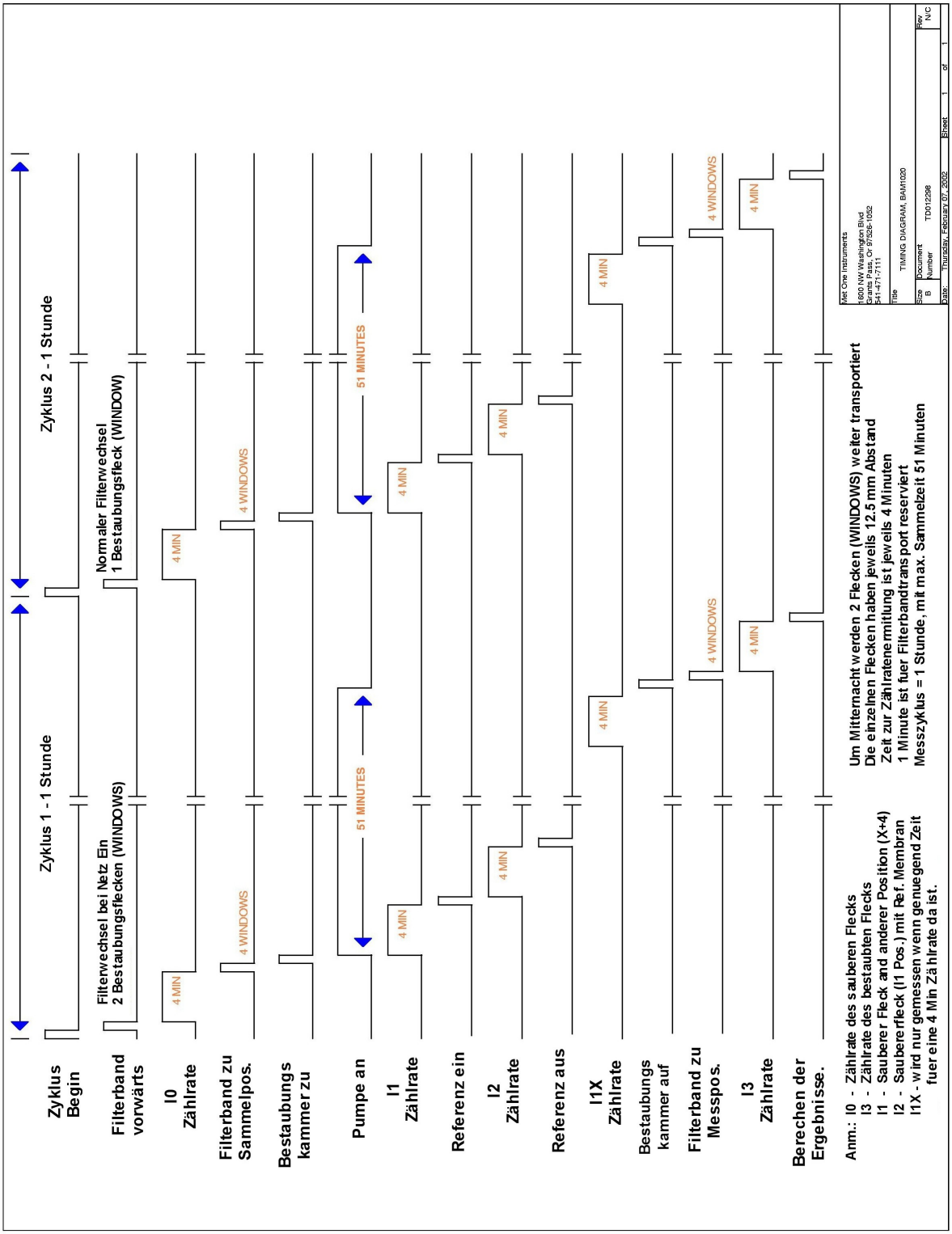


Abbildung 1: Zeitlicher Ablauf Messzyklus BAM-1020

Im Rahmen der Eignungsprüfung war eine Zykluszeit von 60 min eingestellt mit einem Zeitbedarf für die radiometrische Messung von 4 min.

Die Zykluszeit setzt sich daher zusammen aus 2 x 4 min für die radiometrische Messung (I_0 & I_3) sowie ca. 1-2 min für Filterbandbewegungen. Damit liegt die effektive Probenahmezeit bei 50 min.

Die Messeinrichtung erlaubt darüber hinaus zur Erhöhung der Genauigkeit der radiometrischen Messung eine Erweiterung der Messzeit auf 6 oder 8 min. Damit sinkt jedoch die effektive Probenahmezeit auf 46 bzw. 42 min ab.

3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

Das Schwebstaubimmissionsmessgerät BAM-1020 basiert auf dem Messprinzip der Beta-Abschwächung.

Die geprüfte Messeinrichtung besteht aus dem PM10-Probenahmekopf (US (BX-802), EU (BX-809)), dem Probenahmerohr, der Probenahmeheizung BX-830, dem Umgebungstemperatursensor BX-592 (inkl. Strahlungsschutzschild), dem Luftdrucksensor BX-594, der Vakuumpumpe BX-127, dem Messgerät BAM-1020 (inkl. Glasfaserfilterband), den jeweils zugehörigen Anschlussleitungen und –kabeln sowie Adaptern, der Dachdurchführung inkl. Flansch sowie dem Handbuch in deutscher Sprache.

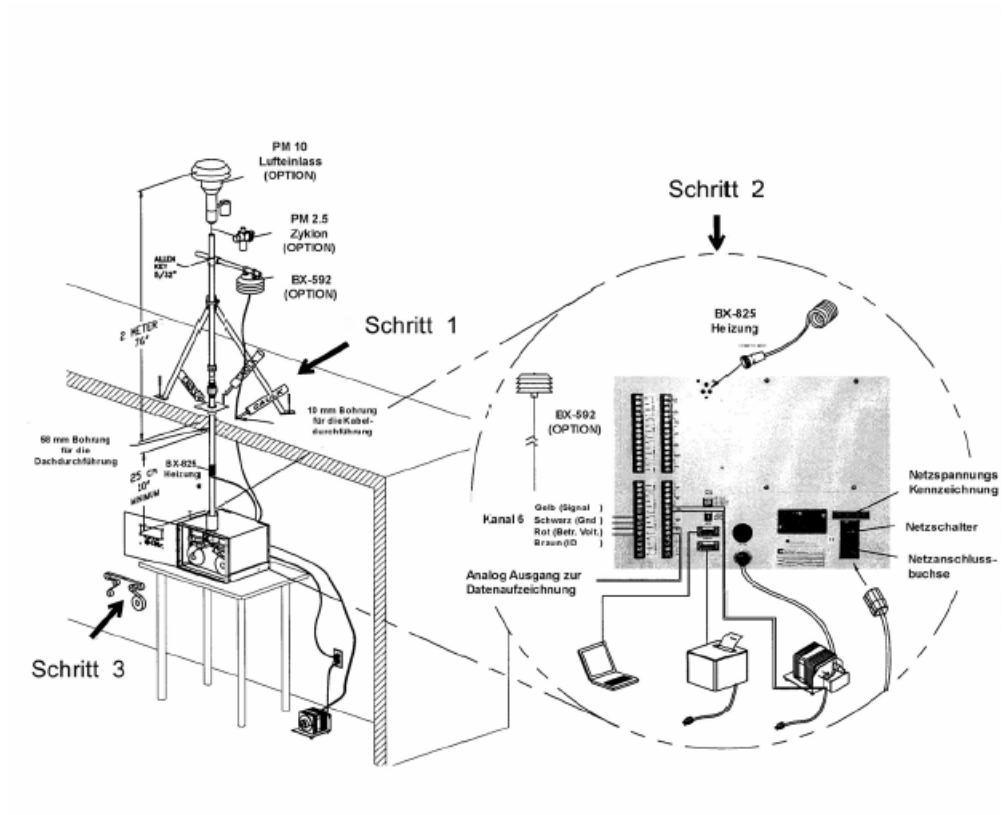


Abbildung 2: Überblick Gesamtsystem BAM-1020

Das Messgerät BAM-1020 bietet insgesamt die Möglichkeit, bis zu 6 verschiedene Sensoren an die vorhandenen Analogeingänge anzuschließen. Beispielsweise ist neben dem Umgebungstemperatursensor BX-592 und dem Luftdrucksensor BX-594 auch ein Anschluss von Sensoren für die Windrichtung (BX-590), für die Windgeschwindigkeit (BX-591), für die Luftfeuchte (BX-593) sowie für die Sonneneinstrahlung (BX-595) denkbar.

Als Probenahmekopf steht entweder ein US-PM10 Probeneinlass (Typ: BX-802, in Eignungsprüfung eingesetzt) oder ein EU-PM10-Probeneinlass (Typ: BX-809, zusätzlich an einem Standort eingesetzt) zur Verfügung. Der Probenahmekopf fungiert als Vorabscheider für den aus der Außenluft angesaugten Schwebstaub. Dabei werden die Geräte mit einem konstanten, geregelten Volumenstrom von 16,67 l/min = 1,0 m³/h betrieben. Alternativ ist auch

ein Einsatz von TSP-Probeeinlässen sowie von dem PM10 Probeneinlass nachgeschalteten PM2,5-Zyklonen möglich.

Abbildung 3: amerikanischer PM10-Probenahmekopf BX-802 für BAM-1020

Abbildung 4: europäischer PM10-Probenahmekopf BX-809 für BAM-1020

Das Probenahmerohr bildet die Verbindung zwischen dem Probenahmekopf und dem eigentlichen Messgerät. Die Länge des Probenahmerohres betrug in der Prüfung 2,4 m, abweichende Längen können je nach örtlicher Gegebenheit angefertigt werden.

Die Probenahmeheizung BX-830 wird am unteren Ende des Probenahmerohres (ca. 50 mm über dem Geräteeingang des BAM-1020) montiert. Die Regelung des Heizsystems erfolgt wie unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung beschrieben.

Abbildung 5: Probenahmeheizung BX-830

Die Vakuumpumpe BX-127 ist am Ende des Probenweges über einen Schlauch mit dem eigentlichen Messgerät verbunden. Die Steuerung und Regelung der Pumpe erfolgt dabei vom Messgerät. Das eigentliche Messgerät BAM-1020 enthält, neben dem radiometrischen Messteil, das Glasfilterband inkl. Transportsystem, große Teile des pneumatischen Systems (Durchflussmessung über Massenflusssensor), die Regelung der Probenahmeheizung sowie alle notwendigen elektronischen Einrichtungen und Mikroprozessoren zur Steuerung und Kontrolle des Messeinrichtung sowie zur Kommunikation mit dem System.

Abbildung 6: Messgerät BAM-1020

Abbildung 7: Messgeräte BAM-1020 in Messstation

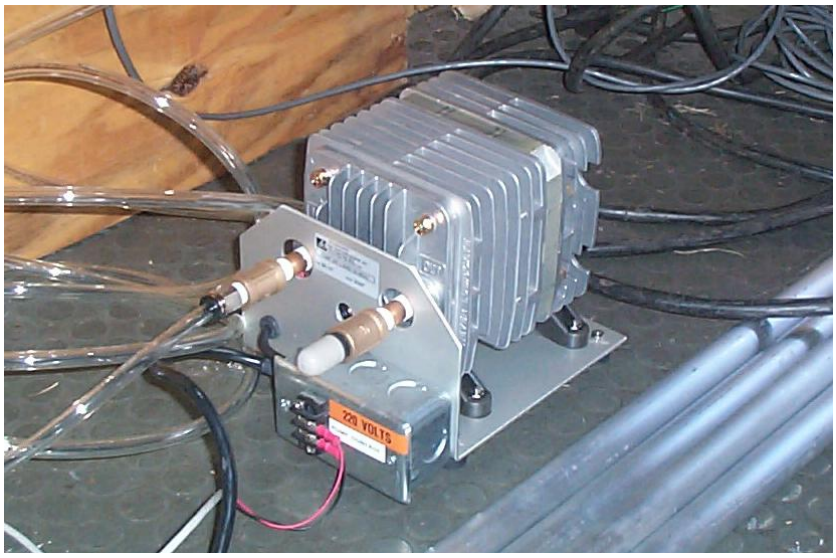


Abbildung 8: Vakuumpumpe

Abbildung 9: Vorderansicht BAM-1020, Frontklappe geöffnet

Die Bedienung des Messgerätes erfolgt über eine Folientastatur in Kombination mit einem Display an der Frontseite des Gerätes. Der Benutzer kann gespeicherte Daten abrufen, Parameter ändern sowie verschiedene Tests zur Kontrolle der Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung durchführen.

Auf der obersten Ebene liegt das Hauptfenster der Benutzeranzeige – hier sind die aktuelle Zeit, das aktuelle Datum, die Softwareversion sowie der Status des Gerätes angezeigt.

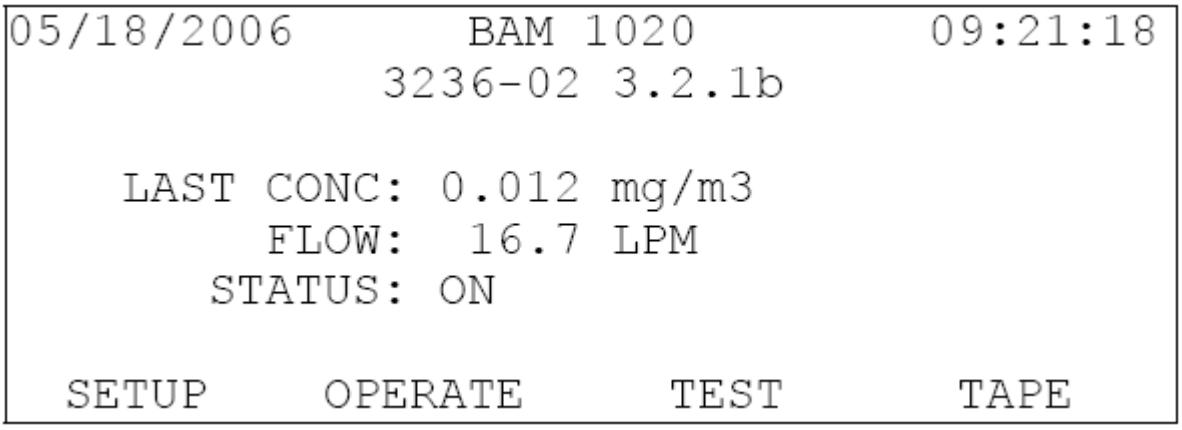


Abbildung 10: Hauptfenster der Benutzeranzeige

Über die Funktionstasten F1 bis F6 lassen sich auf der obersten Ebene verschiedene Funktionen leicht aufrufen. Hier kann z.B. auf aktuelle Informationen über die letzten Konzentrationswerte sowie Messwerte von anderen Sensoren (Umgebungstemperatur...), Fehlermeldungen sowie über gespeicherte Daten zu den Messungen der letzten 10 Tage auf dem Display zugegriffen werden.

Von der obersten Ebene kann darüber hinaus auf die folgenden Untermenüs per Softkey zugegriffen werden:

1. Menü „SETUP“ (Softkey „SETUP“ drücken):
   Im Menü „SETUP“ erfolgt die Konfigurierung und Parametrierung der Messeinrichtung. Der Benutzer kann hier Einstellungen für Parameter wie z.B. Datum/Uhrzeit, Probenahmedauer, Messbereich, Durchflussrate, Ausgabe Messwert in Betriebs- oder Normbedingungen, Passwortänderung, Schnittstellen, externe Sensoren sowie für die Probenahmeheizung vornehmen.

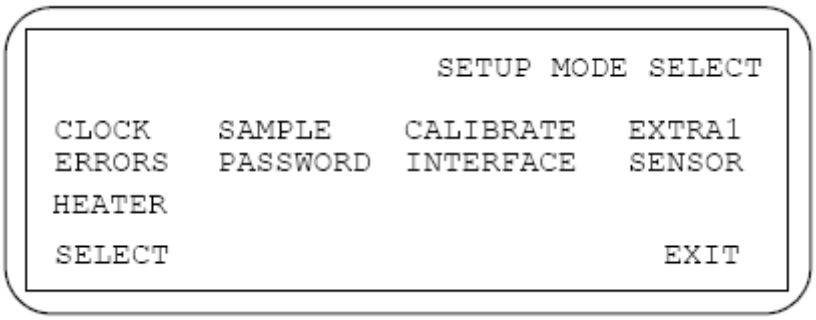


Abbildung 11: Menü „SETUP“

2. Menü „OPERATION“ (Softkey „OPERATION“ drücken):
   Im Menü „OPERATION“ können Informationen während des laufenden Betriebs der Messeinrichtung aufgerufen werden. Solange der Betriebsmodus auf „ON“ geschaltet ist, wird die Messeinrichtung kontinuierlich gemäß den Vorgaben in Betrieb sein. Ein Abbruch der laufenden Messung erfolgt entweder durch Umschalten des Betriebsmodus auf „OFF“, durch Aufrufen der Menüs „SETUP“, „TEST“ oder „TAPE“ im laufenden Betrieb oder im Falle einer schwerwiegenden Störung (z.B. Filterbandriss).

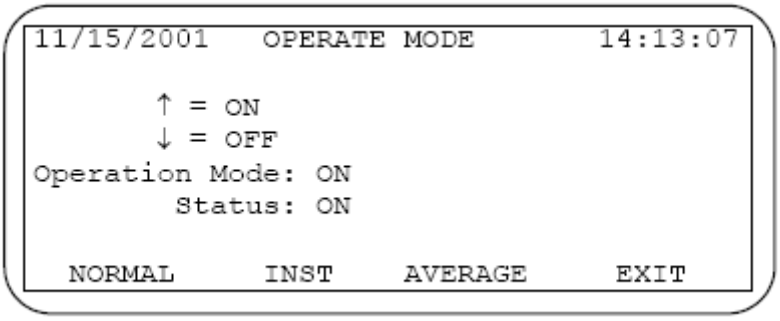


Abbildung 12: Menü „OPERATION“

3. Menü „TEST“ (Softkey „TEST“ drücken):
   Im Menü „TEST“ kann der Bediener verschiedene Hardware- und Komponententests durchführen, u.a. kann die radiometrische Messung (Referenzfolientest) oder die Durchflussrate überprüft oder eine Kalibrierung der Temperatur-, Drucksensoren sowie der Durchflussrate vorgenommen werden.

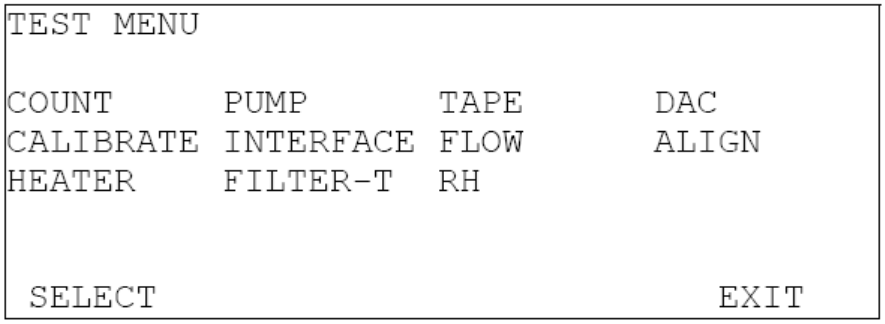


Abbildung 13: Menü „TEST“

4. Menü „TAPE“ (Softkey „TAPE“ drücken):
   Im Menü „TAPE“ kann zu jedem Zeitpunkt (=Abbruch der laufenden Messung) ein umfangreicher Selbsttest der Messeinrichtung gestartet werden. In diesem Selbsttest, der in etwa 4 Minuten in Anspruch nimmt, werden verschiedene mechanische Bauteile (z.B. des Filtertransportsystems) auf Funktionstüchtigkeit, die Durchflussrate sowie der Zustand des Filterbandes (Spannung, Filterbandriss) geprüft. Im Falle von Unregelmäßigen oder unzulässigen Abweichungen erscheint die Fehlermeldung „FAIL“ und eine gezielte Suche nach der Problem kann erfolgen. Verläuft der Selbsttest ohne Probleme, erscheint der Status „SELFTEST PASSED“ und der Messbetrieb kann aufgenommen werden. Die Durchführung dieses Tests empfiehlt sich grundsätzlich nach jedem Neubeginn einer Messung nach Abbruch, in jedem Fall aber nach einem Filterbandwechsel.

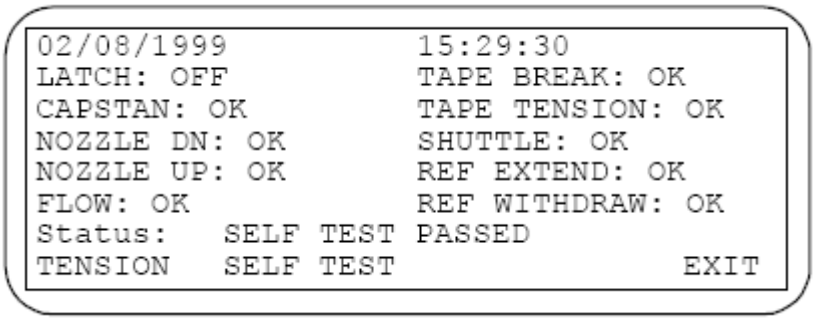


Abbildung 14: Menü „TAPE/SELF TEST“

Neben der direkten Kommunikation via Bedientasten/Display bestehen umfangreiche Möglichkeiten, über verschiedene Analogausgänge, Relais (Status und Alarmmeldungen) sowie über die RS232-Schnittstellen zu kommunizieren. Die RS232-Schnittstellen erlauben den Anschluss von Drucker, PC und Modem. Die Kommunikation mit dem Gerät kann z.B. über die Software Hyperterminal erfolgen.

Die serielle Schnittstelle #1 dient zum Datentransfer und zur Übermittlung des Gerätestatus. Diese Schnittstelle wird häufig mit Hilfe eines Modems zur Fernsteuerung benutzt.

Es steht folgendes Systemmenü zur Verfügung:

```
----------------------------------------
|  > BAM-1020 <    System Menu     |
----------------------------------------

Select One of the Following:

0 - None
1 - Display Current Day Data
2 - Display All Data
3 - Display New Data
4 - Display System Configuration
5 - Display Date / Time
6 - CSV Type Report
7 - Display last 100 errors
8 - Display > BAM-1020 < Utility Commands
9 - Display Pointers

Press <Enter> to Exit a Selection
```

Abbildung 15: Kommunikation über serielle Schnittstelle #1 - Systemmenü

Die Messdaten wurde im Rahmen der Eignungsprüfung in der Regel einmal pro Woche ausgelesen und aufgezeichnet und eignen sich für eine spätere Datenverdichtung zu Tagesmittelwerten in einer externen Tabellenkalkulation. Nachfolgend erfolgt eine beispielhafte Darstellung der auf diesem Wege aufgezeichneten Daten.

Station	1							
Time	Conc(mg)	Qtot(m3)	BP(mm)	WS(MPS)	no(V)	RH(%)	Delta(C)	AT(C)
9/28/2006 14:00	0.029	0.834	755.1	2.3	0.015	35	58.3	20.7
9/28/2006 15:00	0.031	0.834	754.9	2.1	0.012	33	58.4	21.7
9/28/2006 16:00	0.024	0.834	754.7	2.1	0.012	32	58.5	22
9/28/2006 17:00	0.03	0.834	754.5	2	0.011	32	58.5	22.3
9/28/2006 18:00	0.025	0.834	754.4	2	0.01	32	58.5	22.3
9/28/2006 19:00	0.029	0.834	754.3	2	0.01	33	58.5	21.5
9/28/2006 20:00	0.034	0.834	754.4	2	0.01	35	58.5	20.4
9/28/2006 21:00	0.048	0.834	754.5	2	0.01	36	58.5	19.1
9/28/2006 22:00	0.047	0.834	754.6	2	0.01	37	58.5	18.1
9/28/2006 23:00	0.051	0.834	754.8	2	0.01	37	58.5	17.1
9/29/2006 0:00	0.036	0.834	754.8	2	0.01	37	58.5	16.6
9/29/2006 1:00	0.035	0.834	754.7	2	0.01	37	58.5	16
9/29/2006 2:00	0.029	0.834	754.6	2	0.01	38	58.5	15.8
9/29/2006 3:00	0.03	0.834	754.6	2	0.01	38	58.5	15.3

Conc(mg):	Staubkonzentrationsmesswert in mg/m³, Umgebungsbedingungen
Qtot(m³):	Durchgesetztes Volumen in m³ (hier bei 50 min Probenahmezeit)
BP(mm-Hg):	Luftdruck in mm-Hg
WS:	Windgeschwindigkeit, in diesem Fall nicht belegt
no(V):	nicht belegt
RH(%):	relative Feuchte unter dem Filterband in % - zur Heizungsregelung
Delta(C):	Differenz Außentemperatur – Temperatur am Filterband – zur Heizungsregelung, in diesem Fall deaktiviert
AT(C):	Umgebungstemperatur in °C

Die serielle Schnittstelle #2 dient lediglich als Druckausgang und kann an einen Drucker oder PC angeschlossen werden. Hier können z.B. aktuelle Informationen zum Messbetrieb kontinuierlich aufgezeichnet werden.

Tabelle 2 enthält eine Auflistung wichtiger gerätetechnischer Kenndaten des Schwebstaubimmissionsmessgerätes BAM-1020.

Tabelle 2: Gerätetechnische Daten BAM-1020 (Herstellerangaben)

Abmessungen / Gewicht		BAM-1020
	Messgerät	365 x 483 x 457 mm / 21 kg (ohne Pumpe)
	Probenahmerohr	2.4 m
	Probenahmekopf	BX-802 (US) BX-809 (EU)
Energieversorgung		100/115/230 V, 50/60 Hz
Leistungsaufnahme		75 W, Zentraleinheit
Umgebungsbedingungen		
	Temperatur	-30 - +60 °C (Herstellerangabe) +5 - +40 °C in Eignungsprüfung
	Feuchte	nicht kondensierend
Probenflussrate		16,67 l/min = 1 m³/h
Radiometrie	**Strahler**	^{14}C, <2,2 MBq (< 60 µCi)
	Detektor	Szintillationszähler
	Überprüfung	Stündliche, interne Null- und Referenzpunktüberprüfung (Referenzfolie), Abweichungen vom Soll werden aufgezeichnet
Parameter Filterwechsel		
	Messzyklus (Zykluszeit)	1 min – 200 min Default: 60 min
	Messzeit Radiometrie	einstellbar 4,6 oder 8 min Default: 4 min
	Probenahmezeit	je nach Messzeit Radiometrie 50, 46 oder 42 min Default: 50 min
Parameter Heizung Probenahme BX-830 (optional)		
	maximale Temperaturdifferenz Filterband-Außentemperatur	Default: 5°C
Sollwert für relative Luftfeuchte am Filterband		Default: 45 %
Speicherkapazität Daten (intern)		30 – 200 Tage, abhängig von Zykluszeit
Analogausgang		0 – 1 (10) V oder 0 – 16 mA / 4 – 20 mA – parametrierbar auf 0-0.100, 0.200, 0.250, 0.500, 1.000, 2.000, 5.000 oder 10.000 mg/m³
Digitalausgang		2 x RS 232 – Schnittstelle zur Datenübertragung und Fernsteuerung
Statussignale / Fehlermeldungen		vorhanden, Übersicht siehe Kapitel 8 Bedienungshandbuch

4 Prüfprogramm

4.1 Allgemeines

Die Eignungsprüfung erfolgte an zwei identischen Geräten mit den Seriennummern SN 4924 und SN 4925.

Zu Beginn der Eignungsprüfung (Februar 2006) war die Softwareversion 3236-02 2.65 auf den Prüflingen installiert. Die Software wurde während der Prüfung beständig bis zur Version 3236-02 3.2.1b weiterentwickelt und optimiert. Diese Änderungen wurden geprüft und bei Bedarf entsprechende Prüfungsteile wiederholt. Durch die durchgeführten Änderungen bis zur Version 3236-02 3.2.1b ist kein Einfluss auf die Geräteperformance zu erwarten.

Dem Labortest zur Feststellung der Verfahrenskenngrößen folgte ein mehrmonatiger Feldtest an verschiedenen Feldteststandorten.

Alle ermittelten Konzentrationen werden in Normbedingungen in µg/m³ angegeben (273 K, 101,3 kPa). Die zusätzlichen Auswertungen gemäß Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods” erfolgten mit auf Betriebsbedingungen umgerechneten Konzentrationen.

Im Zeitraum der Prüfungen wurden keine baulichen Veränderungen an den Testgeräten vorgenommen.

Im folgenden Bericht wird in der Überschrift zu jedem Prüfpunkt die Mindestanforderung gemäß den berücksichtigten Richtlinien [1,2,3] mit Nummer und Wortlaut angeführt.

4.2 Laborprüfung

Die Laborprüfung wurde mit zwei identischen Geräten des Typs BAM-1020 mit den Seriennummern SN 4924 und SN 4925 durchgeführt. Nach den Richtlinien [1,2,3] ergab sich folgendes Versuchsprogramm im Labor:

- Beschreibung der Gerätefunktionen
- Ermittlung der Nachweisgrenze
- Ermittlung der Abhängigkeit des Nullpunktes / der Empfindlichkeit von der Umgebungstemperatur
- Ermittlung der Abhängigkeit des Nullpunktes / der Empfindlichkeit von der Netzspannung

Folgende Geräte kamen für den Labortest zur Ermittlung der Verfahrenskenngrößen zum Einsatz:

- Klimakammer (Temperaturbereich von –20 °C bis +50 °C, Genauigkeit besser als 1 °C)
- Trennstelltrafo
- Referenzfolie (fest in den Geräten eingebaut)

Die Aufzeichnung der Messwerte erfolgte via Hyperterminal mit Hilfe eines Desktop PC.

Die Ergebnisse der Laborprüfungen sind unter Punkt 6 zusammengestellt.

4.3 Feldtest

Der Feldtest wurde mit 2 baugleichen Messeinrichtungen durchgeführt. Dies waren:

Gerät 1: Nr. SN 4924

Gerät 2: Nr. SN 4925

Die Felduntersuchungen an drei verschiedenen Standorten erfolgten mit einem US-PM10-Probenahmekopf (BX-802). Nach Abschluss dieser Untersuchungen am 26.10.2006 wurden die Prüflinge am Standort „Köln, Frankfurter Str.“ zusätzlich noch mit einem EU-PM10-Probenahmekopf (BX-809) betrieben. Ziel dieser zusätzlichen Untersuchung war der Nachweis, dass sich die mit den beiden verschiedenen Probenahmeköpfen erzielten Ergebnisse nicht signifikant voneinander unterscheiden und somit der Betrieb der Messeinrichtung grundsätzlich mit beiden Probenahmekopf-Typen möglich ist.

Es ergab sich folgendes Prüfprogramm im Feldtest:

- Untersuchung der Vergleichbarkeit der Testgeräte (gemäß EN 12341 und (zusätzlich) gemäß Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”)
- Untersuchung der Vergleichbarkeit des Testgerätes mit dem Referenzverfahren (gemäß EN 12341 und (zusätzlich) gemäß Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”)
- Zusätzliche Untersuchung der Vergleichbarkeit der Testgeräte (gemäß EN 12341 und (zusätzlich) gemäß Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”) am Standort Köln, Frankfurter Str. mit EU-Probenahmekopf
- Zusätzliche Untersuchung der Vergleichbarkeit des Testgerätes mit dem Referenzverfahren (gemäß EN 12341 und (zusätzlich) gemäß Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”) am Standort Köln, Frankfurter Str. mit EU-Probenahmekopf
- Untersuchung der Konstanz des Probenahmevolumenstroms
- Ermittlung der Kalibrierfähigkeit, Aufstellung der Analysenfunktion
- Bestimmung der Reproduzierbarkeit
- Ermittlung der zeitlichen Änderung des Nullpunktes und der Empfindlichkeit
- Untersuchung der Dichtheit des Probenahmesystems
- Betrachtung der Abhängigkeit der Messwerte von der im Messgut enthaltenen Luftfeuchte

- Ermittlung des Wartungsintervalls
- Bestimmung der Verfügbarkeit
- Ermittlung der Gesamtunsicherheit der Testgeräte.

Für den Feldtest wurden folgende Geräte eingesetzt:

- Messcontainer der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH, klimatisiert auf ca. 20 °C
- Wetterstation (WS 500 der Fa. ELV Elektronik AG) zur Erfassung meteorologischer Kenngrößen wie Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie der Regenmenge
- 2 Referenzmessgeräte gemäß Punkt 5
- 1 Klassiergerät gemäß Punkt 5
- Ganzmetall-Klein-Durchflussmesser DK 37 E (Hersteller: Fa. Krohne)
- Balgengaszähler mit Impulsgeber (Hersteller: Fa. Elster-Instromet)
- Messgerät zur Erfassung der Leistungsaufnahme Metratester 5 (Hersteller: Fa. Gossen Metrawatt)
- Referenzfolie (fest in den Geräten eingebaut)

Im Feldtest liefen jeweils für 24h zeitgleich zwei BAM-1020 – Systeme, zwei Referenz- und ein Klassiergerät. Das Klassiergerät sowie die Referenzgeräte am ersten Feldteststandort (LVS3) arbeiten diskontinuierlich, d. h. nach erfolgter Probenahme müssen die Filter manuell gewechselt werden.

Die Impaktionsplatten der PM10 Probenahmeköpfe wurden ca. alle 4 Wochen gereinigt und mit Silikonfett eingefettet, um eine sichere Trennung und Abscheidung der Partikel zu gewährleisten.

Bei den Prüflingen sowie bei den Referenzgeräten wurde der Durchfluss vor und nach dem Feldtest, sowie vor und nach jedem Standortwechsel, mit einem Balgengaszähler, der über eine Schlauchleitung an der Lufteintrittsöffnung des Gerätes angeschlossen ist, überprüft.

Messstandorte und Messgerätestandorte

Die Messgeräte wurden im Feldtest so installiert, das nur die Probenahmeköpfe außerhalb des Messcontainers über dessen Dach eingerichtet sind. Die Zentraleinheiten der beiden Testgeräte und die der Referenzgeräte waren im Innern des klimatisierten Messcontainers untergebracht. Die Verbindung der Zentraleinheiten mit den Probenahmeköpfen geschah bei den BAM-1020-Systemen und bei den Referenzgeräten über das Probenahmerohr. Nur beim Feldteststandort Köln, Parkplatzgelände waren aus Platzgründen (alter Messcontainer) auch die kompletten Referenzsysteme (LVS3) im Freien auf dem Dach installiert. Das Klassiergerät wurde generell direkt im Freien auf dem Containerdach installiert.

Der Feldtest wurde an folgenden Messstandorten durchgeführt:

Tabelle 3: Feldteststandorte

Nr.	Messstandort	Zeitraum	Charakterisierung
1	Köln, Parkplatzgelände	02/2006 –04/2006	Städtischer Hintergrund
2	Titz-Rödingen	07/2006 – 09/2006	Ländliche Struktur
3	Köln, Frankfurter Str.	09/2006 – 11/2006	Verkehrsbeeinflusst

Abbildung 16 bis Abbildung 18 zeigen den Verlauf der PM – Konzentrationen an den Feldteststandorten, die mit den Referenzmesseinrichtungen aufgenommen wurden.

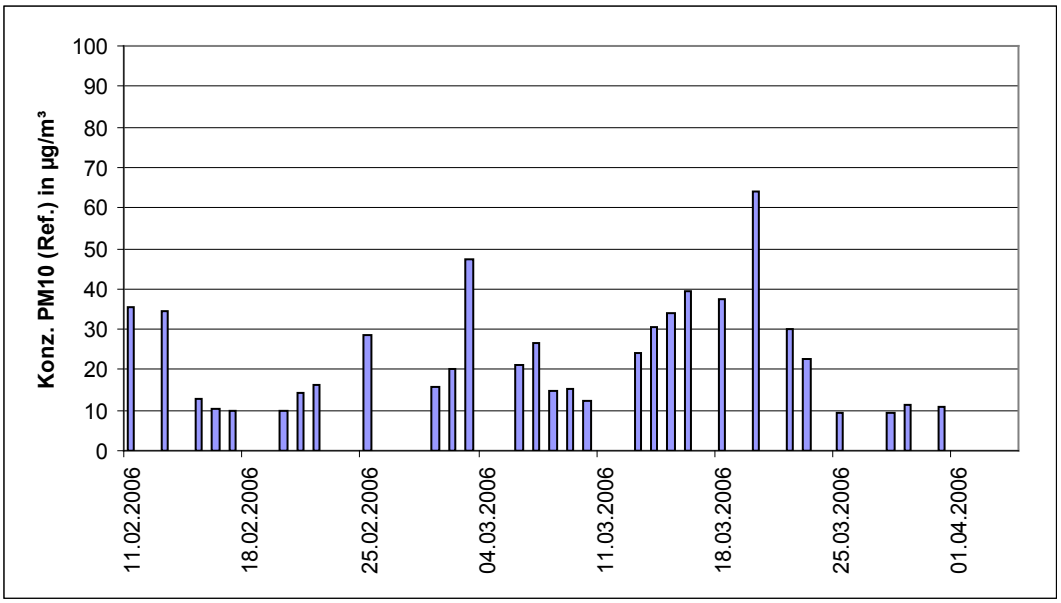


Abbildung 16: Verlauf der PM10-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Parkplatzgelände“

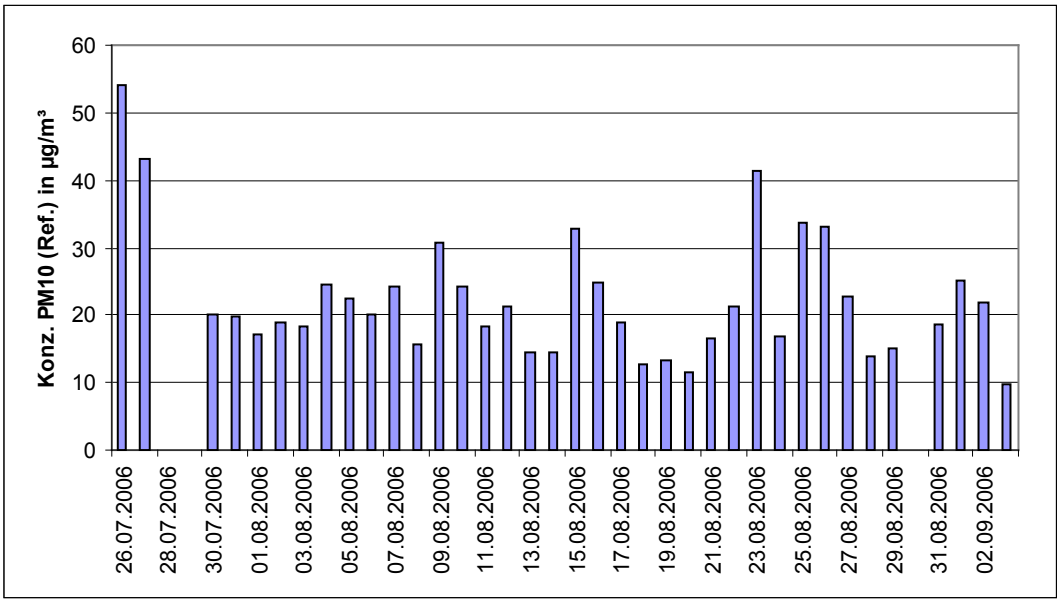


Abbildung 17: Verlauf der PM10-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Titz-Rödingen“

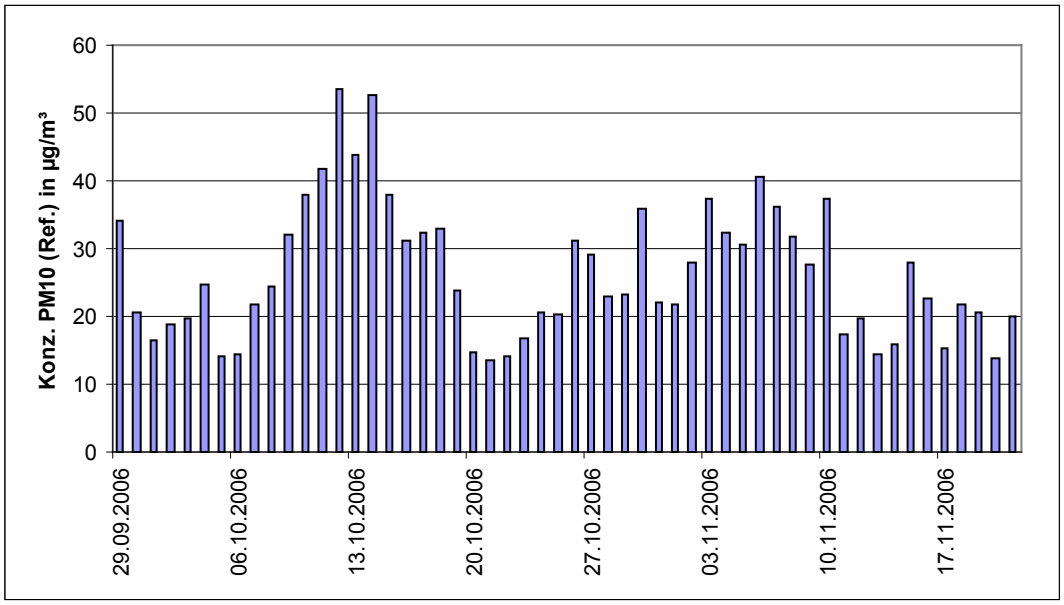


Abbildung 18: Verlauf der PM10-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Frankfurter Str.“

Die folgenden Abbildungen zeigen den Messcontainer an den Feldteststandorten Köln (Parkplatzgelände), Titz-Rödingen und Köln (Frankfurter Str.).

Abbildung 19: Feldteststandort Köln, Parkplatzgelände

Abbildung 20: Feldteststandort Titz-Rödingen

Abbildung 21: Feldteststandort Köln, Frankfurter Str.

Neben den Messgeräten zur Bestimmung der Schwebstaubimmissionen war eine Erfassungsanlage für meteorologische Kenndaten am Container angebracht. Es erfolgte eine kontinuierliche Erfassung von Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie Niederschlagsmenge. Es wurden 10-min-Mittelwerte gespeichert.

Der Aufbau des (alten) Containers selbst (nur Standort Köln Parkplatzgelände), sowie die Anordnung der Probenahmesonden, wurde durch die folgenden Abmessungen charakterisiert:

- Höhe Containerdach: 2,7 m
- Höhe der Probenahme für Test-/ Referenz-/ 1,2 / 1,3 / 1,0 m über Containerdach
- Klassiergerät 3,9 / 4,0 / 3,7 m über Grund
- Höhe der Windfahne: 4,5 m über Grund

Die Höhe der Probenahme der beiden Testgeräte war baulich durch die Länge des Ansaugrohres festgelegt – die Höhen der Referenz- und Klassiergeräte wurden soweit möglich entsprechend angepasst.

- Entfernung zwischen den Testgeräten: 0,7 m
- Entfernung Testgerät 1 – Referenzgerät 1 1,0 m
- Entfernung Testgerät 1 – Referenzgerät 2 1,6 m
- Entfernung Testgerät 2 – Referenzgerät 1 1,6 m
- Entfernung Testgerät 2 – Referenzgerät 2 1,0 m
- Entfernung Testgerät 1 – Klassiergerät 1 2,1 m
- Entfernung Testgerät 2 – Klassiergerät 1 2,8 m

Der Aufbau des (neuen) Containers selbst (ab Standort Titz), sowie die Anordnung der Probenahmesonden, wurde durch die folgenden Abmessungen charakterisiert:

- Höhe Containerdach: 2,7 m
- Höhe der Probenahme für Test-/ Referenz-/ 1,2 / 1,2 / 1,0 m über Containerdach
- Klassiergerät 3,9 / 3,9 / 3,7 m über Grund
- Höhe der Windfahne: 4,5 m über Grund

Die Höhe der Probenahme der beiden Testgeräte war baulich durch die Länge des Ansaugrohres festgelegt – die Höhen der Referenz- und Klassiergeräte wurden soweit möglich entsprechend angepasst.

- Entfernung zwischen den Testgeräten: 1,4 m
- Entfernung Testgerät 1 – Referenzgerät 1 1,1 m
- Entfernung Testgerät 1 – Referenzgerät 2 1,8 m
- Entfernung Testgerät 2 – Referenzgerät 1 1,8 m
- Entfernung Testgerät 2 – Referenzgerät 2 1,1 m
- Entfernung Testgerät 1 – Klassiergerät 1 1,0 m
- Entfernung Testgerät 2 – Klassiergerät 1 1,0 m

Die nachfolgende Tabelle 4 enthält neben einem Überblick über die wichtigsten meteorologischen Kenngrößen, die während der Messungen an den 3 Feldteststandorten ermittelt wurden, auch einen Überblick über die Schwebstaubverhältnisse während des Prüfzeitraumes. Gelegentlich auftretende Anteile von Schwebstäuben >100 % wurden als unplausibel verworfen Alle Einzelwerte sind in den Anhängen 4 und 5 zu finden.

Tabelle 4: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, als Tagesmittelwerte

	Köln, Parkplatzgelände	Titz-Rödingen	Köln, Frankfurter Str. (US+EU-Kopf)
Anzahl Wertepaare Referenz	29	37	54
PM 10-Anteil unter Umgebungsbedingungen [%]			
Bereich	26,1 – 91,3	42,3 – 96,3	55,5 – 99,7
Mittelwert	62,1	78,3	79,7
Lufttemperatur [°C]			
Bereich	-3,2 – 15,6	12,7 – 26,5	5,5 – 19,1
Mittelwert	4,7	17,3	12,7
Luftdruck [hPa]			
Bereich	982 – 1024	992 – 1010	989 – 1024
Mittelwert	1003	1000	1008
Rel. Luftfeuchte [%]			
Bereich	33,7 – 89,1	55,8 – 81,7	63,8 – 82,7
Mittelwert	64,0	74,2	71,8
Windgeschwindigkeit [m/s]			
Bereich	0,0 – 3,0	0,0 – 2,7	0,0 – 3,8
Mittelwert	1,1	0,4	1,1
Niederschlagsmenge [mm]			
Bereich	0,0 – 15,2	0,0 – 35,7	0,0 – 19,8
Mittelwert	2,6	5,6	2,2

Dauer der Probenahmen

DIN EN 12341 legt die Probenahmedauer auf 24 h fest. Bei niedrigen Konzentrationen ist jedoch auch eine längere, bei höheren Konzentrationen eine kürzere Probenahmedauer zulässig.

Während im Feldtest immer eine Probenahmezeit von 24 h für alle Geräten eingestellt wurde (von 8:00 – 8:00), wurde die Probenahmezeit bei einigen Untersuchungen im Labor reduziert, um eine größere Anzahl an Messwerten zu erhalten.

Handhabung der Daten

Die ermittelten Messwertpaare der Prüflinge (sowie der Referenzwerte) aus den Felduntersuchungen wurden vor den jeweiligen Auswertungen für jeden Standort einem statistischen Ausreissertest nach Grubbs (99 %) unterzogen, um Auswirkungen von offensichtlich unplausiblen Daten auf das Messergebnis vorzubeugen. Als signifikante Ausreisser erkannte Messwertpaare dürfen dabei solange aus dem Wertepool entfernt, bis der kritische Wert der Prüfgröße unterschritten wurde. Es dürfen jedoch insgesamt für jeden Standort maximal 5% der Messwertpaare verworfen.

Tabelle 5 zeigt eine Übersicht über die Ergebnisse der für jeden Einzelstandort durchgeführten Ausreissertests (Prüflinge und Referenz). Es konnte keine signifikante Ausreisser erkannt werden.

Tabelle 5: Übersicht über Ausreisser – Prüflinge und Referenz

Standort	Referenz PM10 n	Datum	G1	G2	BAM 1020, PM10 n	Datum	SN 4924	SN 4925
Köln, Parkplatzgelände	29	keine Ausreisser			52	keine Ausreisser		
Titz-Rödingen	37	keine Ausreisser			37	keine Ausreisser		
Köln, Frankfurter Str.	28	keine Ausreisser			28	keine Ausreisser		
Köln, Frankfurter Str. EU-Kopf	26	keine Ausreisser			26	keine Ausreisser		

Filterhandling - Massenbestimmung

Folgende Filter wurden in der Eignungsprüfung verwendet:

Tabelle 6: Eingesetzte Filtermaterialien

Messgerät	Filtermaterial, Typ	Hersteller
Referenzgerät LVS3 bzw. SEQ47/50	Quarzfaser, ∅ 50mm	Whatman
Klassiergerät GS 050	Quarzfaser, ∅ 50mm	Whatman

Die unbeaufschlagten Filter für die Referenzgeräte und für das Klassiergerät wurden staubgeschützt in einer Plexiglaskammer im Wägezimmer mindestens 48 h bei einer Temperatur von 20 ± 1 °C und einer konstanten relativen Luftfeuchte konditioniert. Die anschließende Verwiegung erfolgte auf einer Waage der Firma Sartorius, Typ MC 210P, mit einer Auflösung von 10 µg absolut. Die Filter für das Referenzgerät wurden, eingelegt in die jeweiligen Filterhalter, im Filtercontainer zur Messstelle hin und zurück transportiert. Die Filter für das Klassiergerät wurden noch im Wägezimmer direkt in die TSP-Probenahmeköpfe eingelegt, vor Ort erfolgte somit ein Wechsel des gesamten Probenahmekopfes. Beaufschlagte Filter wurden im Probenahmekopf zum Labor zurücktransportiert und erst im Wägezimmer entnommen.

Mit den beaufschlagten Filter wurde im Wägezimmer äquivalent verfahren.

Die Behandlung der Filter entsprach somit den Anforderungen der DIN EN 12341, Anhang C.

5 Referenzmessverfahren

Im Rahmen des Feldtestes wurden gemäß der DIN EN 12341 folgende Geräte eingesetzt:

1. als Referenzgerät: Kleinfiltergerät Low Volume Sampler LVS3 (Standort Köln, Parkplatzgelände)
Hersteller: Ingenieurbüro Sven Leckel, Leberstraße 63, Berlin, Deutschland
Herstelldatum: 2000
PM10-Probenahmekopf

sowie

Filterwechsler SEQ47/50, Indoorversion, (ab Standort Titz)
Hersteller: Ingenieurbüro Sven Leckel, Leberstraße 63, Berlin, Deutschland
Herstelldatum: 2005
PM10-Probenahmekopf

2. als Klassiergerät: Kleinfiltergerät GS 050
Hersteller: Fa. Derenda, Xantener Str. 22, Berlin, Deutschland
Herstelldatum: 1992
TSP-Probenahmekopf

Während der Prüfung wurden parallel zwei Referenzgeräte mit einem geregelten Durchsatz von 2,3 m³/h betrieben. Die Volumenstromregelgenauigkeit beträgt unter realen Einsatzbedingungen < 1 % des Nennvolumenstroms.

Ab dem Standort Titz kamen zwei Referenzsysteme vom Typ Filterwechsler SEQ47/50 zum Einsatz. Die Installation erfolgte als Indoorversion, d.h. der eigentliche Filterwechsler wurde im Messcontainer installiert und die Verbindung zum Probeneinlass über ein Ansaugrohr hergestellt. Das gesamte Probenahmesystem wird durch einen Luftmantel gekühlt – hierzu ist zusätzlich das eigentliche Ansaugrohr in einem durchspülten Aluminiumhüllrohr installiert.

Der Filterwechsler basiert technisch auf dem Kleinfiltergerät LVS3 und entspricht auf Grund seiner Bauausführung grundsätzlich einem Referenzsammler nach DIN EN 12341. Der Filterwechselmechanismus zusammen mit dem Vorrats- und Ablagemagazin ermöglicht eine kontinuierliche 24-h-Probenahme für die Dauer von bis zu 15 Tagen.

Die Probenahmeluft beim LVS3 wie auch beim SEQ47/50 wird von der Drehschieber-Vakuumpumpe über den Probenahmekopf gesaugt, der Probeluft-Volumenstrom wird hierbei zwischen Filter und Vakuumpumpe mit einer Messblende gemessen. Die angesaugte Luft strömt von der Pumpe aus über einen Abscheider für den Abrieb der Drehschieber zum Luftauslass.

Nach beendeter Probenahme zeigt die Messelektronik das angesaugte Probeluftvolumen in Norm- oder Betriebs-m³ an bzw. legt die Messdaten im Speicher ab (SEQ 47/50).

Die PM10 Konzentration wurde ermittelt, in dem die im Labor gravimetrisch bestimmte Schwebstaubmenge auf dem jeweiligen Filter durch das zugehörige durchgesetzte Probeluftvolumen in Norm-m³ (EN 12341) bzw. in Betriebs-m³ (gemäß Bericht „Demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods“) dividiert wurde.

Da im Rahmen der Prüfung immer zwei Referenzgeräte parallel betrieben wurden, wurden zur Auswertung die PM10-Konzentrationswerte jeweils aus den Ergebnissen der Parallelmessungen gemittelt.

Das Klassiergerät erfasst den Schwebstaub in der Luft gemäß VDI-Richtlinie 2463, Blatt 7. Es wird der gesamte Korngrößenbereich erfasst (TSP = **T**otal **S**uspended **P**articulate Matter).

Die Funktionsweise des Klassiergerätes entspricht prinzipiell der des Referenzgerätes im ungeregelten Betrieb. Der Durchsatz wird mittels Flügelradanemometer und angekoppeltem elektromechanischem Zählwerk in m³ mit einer Ablesegenauigkeit von 0,01 m³ angezeigt. Der Nenndurchsatz beträgt 2,7 bis 2,8 m³/h. Während der Probenahmezeit sollte ein stündlicher Durchsatz von 2,6 m³/h nicht unterschritten werden. Das Probeluftvolumen ergibt sich aus der Differenz des zu Beginn und am Ende der Probenahme abgelesenen Zählerstandes des Zählwerkes.

Eine Umrechnung des Probeluftvolumens auf Normbedingungen (273 Kelvin, 101,3 kPa, EN 12341) erfolgte mittels den in der angebrachten Wetterstation am Messcontainer kontinuierlich ermittelten Größen Lufttemperatur und Luftdruck sowie dem an der Gasuhr anliegenden Unterdruck.

Die TSP Konzentration wurde ebenfalls ermittelt, in dem die im Labor gravimetrisch bestimmte Schwebstaubmenge auf dem jeweiligen Filter durch das zugehörige durchgesetzte Probeluftvolumen in Norm-m³ dividiert wurde. Der PM10 Anteil errechnet sich durch Division der PM10 Konzentration des Referenzgerätes durch den jeweiligen TSP Gehalt.

Die Probenahmezeit wurde mit Hilfe einer elektrischen Zeitschaltuhr eingestellt.

6 Prüfergebnisse

6.1 4.1.1 Messwertanzeige

Die Messeinrichtung muss eine Messwertanzeige besitzen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde überprüft, ob die Messeinrichtung eine Messwertanzeige besitzt.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige. Der jeweilige Konzentrationsmesswert aus dem letzten Messzyklus kann in verschiedenen Fenstern der Benutzeranzeige angezeigt werden.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Abbildung 22 zeigt die Benutzeranzeige mit dem Konzentrationsmesswert aus dem letzten Messzyklus.

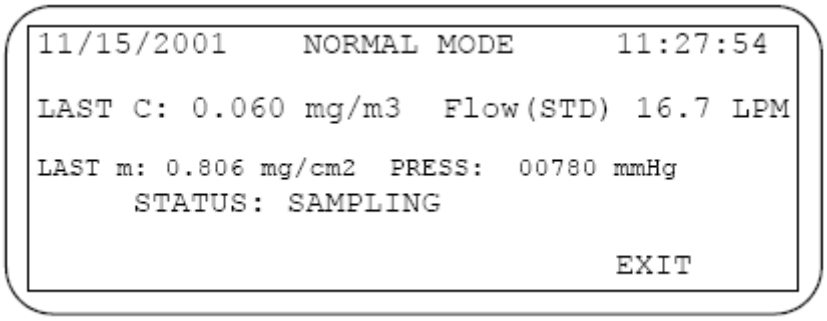


Abbildung 22: Messanzeige Konzentrationsmesswert aus letztem Messzyklus

6.1 4.1.2 Wartungsfreundlichkeit

Die notwendigen Wartungsarbeiten an der Messeinrichtung sollten ohne größeren Aufwand möglichst von außen durchführbar sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die notwendigen regelmäßigen Wartungsarbeiten wurden nach den Anweisungen der Betriebsanleitung ausgeführt.

6.4 Auswertung

Folgende Wartungsarbeiten sind vom Benutzer durchzuführen:

1. Überprüfung des Gerätestatus
   Der Gerätestatus kann durch Kontrolle der Messeinrichtung selbst oder auch on-line überwacht und kontrolliert werden.
2. Monatliche Reinigung des Gerätes. In jedem Fall ist die Messeinrichtung nach jedem Messeinsatz zu reinigen.
3. Kontrolle des Filterbandvorrates – ein 21 m-Filterband reicht dabei für ca. 60 Tage bei einem Messzyklus von 60 min. Es wird empfohlen, eine routinemäßige Überprüfung des Filterbandvorrates bei jedem Besuch der Messstelle vorzunehmen.
4. Im Abstand von längstens 4 Wochen ist der Probenahmekopf zu reinigen und die Impaktionsplatte neu zu fetten.
5. Eine Überprüfung der Durchflussrate soll gemäß des Herstellers alle 4 Wochen erfolgen. Weiterhin empfiehlt sich in diesem Zusammenhang eine Plausibilitätskontrolle der Umgebungstemperatur- und Luftdruckmessung.
   Die Arbeiten können zusammen mit den Arbeiten gemäß Punkt 4 durchgeführt werden.
6. Austausch des Filterbandes nach ca. 2 Monaten (Messzyklus: 60 min)
7. Der Bereich der Eintrittsdüse über dem Filterband sollte alle 2 Monate gereinigt werden. Diese Reinigung kann in der Regel zusammen mit dem Austausch des Filterbandes erfolgen.
8. Der Abluftschalldämpfer an der Pumpe sollte halbjährlich getauscht werden.
9. Die Sensoren für die Umgebungstemperatur, Luftdruck sowie die Durchflussmessung sind alle 6 Monate gemäß Bedienungshandbuch nachzukalibrieren
10. Einmal im Jahr sind zusätzlich im Rahmen einer jährlichen Grundwartung die Kohleschieber der Vakuumpumpe (nur Drehschieberpumpe) zu kontrollieren und ggf. auszutauschen.
11. Während der jährlichen Grundwartung ist auch auf die Reinigung des Probenahmerohres zu achten.

Zur Durchführung der Wartungsarbeiten sind die Anweisungen im Handbuch zu beachten. Alle Arbeiten lassen sich grundsätzlich mit üblichen Werkzeugen durchführen.

Es wird grundsätzlich empfohlen nach jeder Tätigkeit, die den Messbetrieb unterbricht, den Selbsttest des Systems gemäß Kapitel 4.9 des Bedienungshandbuchs durchzuführen

Bewertung

Wartungsarbeiten sind mit üblichen Werkzeugen und vertretbarem Aufwand von außen durchführbar. Die Arbeiten zu Punkt 6,7,10 und 11 sind nur bei einem Stillstand des Gerätes durchzuführen. Diese Arbeiten fallen in einem zweimonatigem Intervall sowie halbjährlich bzw. jährlich an. In der restlichen Zeit kann sich die Wartung im Wesentlichen auf die Kontrolle von Verschmutzungen, Plausibilitätschecks und etwaigen Status-/Fehlermeldungen beschränken.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Arbeiten an den Geräten wurden während der Prüfung auf Basis der in den Handbüchern beschriebenen Arbeiten und Arbeitsabläufe durchgeführt. Bei Einhaltung der dort beschriebenen Vorgehensweise konnten keine Schwierigkeiten beobachtet werden. Alle Wartungsarbeiten ließen sich bisher problemlos mit herkömmlichen Werkzeugen durchführen.

6.1 4.1.3 Funktionskontrolle

Soweit zum Betrieb oder zur Funktionskontrolle der Messeinrichtung spezielle Einrichtungen erforderlich sind, sind diese als zum Gerät gehörig zu betrachten und bei den entsprechenden Teilprüfungen einzusetzen und mit in die Bewertung aufzunehmen.
Zur Messeinrichtung gehörende Prüfgaserzeugungssysteme müssen der Messeinrichtung ihre Betriebsbereitschaft über ein Statussignal anzeigen und über die Messeinrichtung direkt sowie auch telemetrisch angesteuert werden können.
Die Unsicherheit der zur Messeinrichtung gehörenden Prüfgaserzeugungseinrichtung darf in drei Monaten 1 % vom Bezugswert B_2 nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bedienungshandbuch, Filterband, eingebaute Referenzfolie.

6.3 Durchführung der Prüfung

Hier wurde überprüft, ob alle im Bedienungshandbuch aufgeführten Gerätefunktionen vorhanden, aktivierbar und funktionstüchtig sind.

Zur Überprüfung des Nullpunktes der radiometrischen Messung wird auf die bei jedem Messzyklus auf einem sauberen Filterbandfleck ermittelten Zählraten I_1 bzw. I_{1X} zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Der Nullpunkt der radiometrischen Messung wird dabei manuell nach folgender Formel ermittelt:

$$C_0\left[mg/m^3\right] = \frac{A}{Q} * \frac{K}{mu2} * \ln\left(\frac{I_1}{I_{1X}}\right)$$

mit

C_0	Partikel-Massenkonzentration am NP	A	Sammelfläche für Partikel (Filterfleck)
Q	Probenahmedurchflussrate	K, mu2	Koeffizienten Betamessung
I_1	Betazählrate am Anfang	I_{1X}	Betazählrate am Ende

Zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung wird auf die bei jedem Messzyklus ermittelten Zählraten I_1 (sauberer Filterfleck) bzw. I_2 (sauberer Filterfleck + eingefahrene Referenzfolie) zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Aus den ermittelten Zählraten wird geräteintern die Massendichte m [mg/cm²] der Referenzfolie berechnet. Der Wert wird kontinuierlich mit dem im Werk ermittelten Sollwert ABS (siehe Anhang B in der Bedienungsleitung zum jeweiligen Gerät) verglichen und im Falle einer Abweichung vom Soll von >5% eine Fehlermeldung generiert.
Mit Hilfe der Referenzfolie kann nur die Massendichte bestimmt werden.

Die zur Berechnung / Auswertung erforderlichen Messwerte können über die serielle Schnittstelle #2 (Druckausgang) kontinuierlich erfasst werden.

Es besteht somit die Möglichkeit, den Nullpunkt (manuell) sowie den Referenzwert (automatisch) für jeden Messzyklus (hier 1-mal pro Stunde) zu ermitteln. Die erhaltenen stündlichen Werte am Nullpunkt und Referenzpunkt wurden im Rahmen der Prüfung zu geeigneten Mittelwerten verdichtet und ausgewertet (z.B. 24-h-Mittel für Driftuntersuchungen).

6.4 Auswertung

Alle im Bedienungshandbuch aufgeführten Gerätefunktionen sind vorhanden oder aktivierbar. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und über eine Reihe von verschiedenen Statusmeldungen (Betriebs-, Warn- und Fehlerstatus) angezeigt.

Die Messeinrichtung führt bei jedem Messzyklus standardmäßig eine interne Überprüfung des Nullpunktes (Leermessung, manuell auswertbar) sowie der Empfindlichkeit (Messung mit Referenzfolie, automatisch ausgewertet) durch. Es ist zu beachten, dass durch Einsatz der Referenzfolie nur die Massendichte bestimmt werden kann. Ein direkter Vergleich mit den Bezugswerten ist daher nicht möglich. Zu Auswertezwecken wurden die prozentualen Änderungen der bestimmten Massendichten errechnet.

6.5 Bewertung

Alle im Bedienungshandbuch beschriebenen Gerätefunktionen sind vorhanden, aktivierbar und funktionieren. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und über eine Reihe von verschiedenen Statusmeldungen (Betriebs-, Warn- und Fehlerstatus) angezeigt.
Die Ergebnisse der geräteinternen Überprüfungen des Nullpunkts und der radiometrischen Messung über die Dauer der Felduntersuchungen sind im Kapitel 6.1 5.2.9 Nullpunktsdrift sind im Kapitel 6.1 5.2.10 Drift des Messwertes in diesem Bericht dargestellt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe unter den Punkten
6.1 5.2.9 Nullpunktsdrift und
6.1 5.2.10 Drift des Messwertes

6.1 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten

Die Rüst- und Einlaufzeiten der Messeinrichtung sind in der Betriebsanleitung anzugeben.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung dieser Mindestanforderung wurde zusätzlich eine Uhr bereitgestellt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messinstrumente wurden nach den Beschreibungen des Geräteherstellers in Betrieb genommen. Die erforderlichen Zeiten für Rüst- und Einlaufzeit wurden getrennt erfasst.

Erforderliche bauliche Maßnahmen im Vorfeld der Installation, wie z. B. die Einrichtung eines Durchbruchs im Containerdach wurden hier nicht bewertet.

6.4 Auswertung

Die Rüstzeit umfasst den Zeitbedarf für den Aufbau der Messeinrichtung bis zur Inbetriebnahme.

Das Messsystem muss witterungsunabhängig installiert werden, z. B. in einem klimatisierten Messcontainer. Zudem erfordert die Durchführung des Ansaugrohres durch das Dach umfangreichere bauliche Maßnahmen am Messort. Ein ortsveränderlicher Einsatz wird daher nur zusammen mit der zugehörigen Peripherie angenommen.

Folgende Schritte zum Aufbau der Messeinrichtung sind grundsätzlich erforderlich:

- Entpacken und Aufstellung der Messeinrichtung (in Rack oder auf Tisch)
- Anschluss Probennahmerohr + PM 10-Probenahmekopf
- Installation der Probenahmeheizung
- Anschluss der Pumpe
- Umgebungstemperatursensor + Strahlungsschutzschild montieren (in die Nähe des Probenahmekopfes)
- Luftdrucksensor montieren
- Anschluss aller Verbindungs-, Steuerungsleitungen
- Anschluss der Energieversorgung
- Einschalten der Messeinrichtung
- Filterband einlegen
- Durchführung Selbsttest gemäß Bedienungshandbuch Punkt 4.9
- optional Überprüfung der Dichtigkeit
- optional Anschluss von peripheren Erfassungs- und Steuerungssystemen (Datalogger, PC mit Hyperterminal) an die entsprechenden Schnittstellen

Die Durchführung dieser Arbeiten und damit die Rüstzeit beträgt 1 Stunde.

Die Einlaufzeit umfasst den Zeitbedarf von der Inbetriebnahme der Messeinrichtung bis zur Messbereitschaft.

Nach dem Einschalten des Systems und erfolgreich durchgeführtem Selbsttest befindet sich die Messeinrichtung bis zum Erreichen der nächsten vollen Stunde in einer Warteposition. Bei Erreichen der vollen Stunde beginnt der nächste Messzyklus wie unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung beschrieben. Die Probenahme startet entsprechend der eingestellten Messzeit für die Radiometrie (in der Eignungsprüfung 4 min) unmittelbar nach der radiometrischen Messung I_0 (Leerwert Filterfleck für Probenahme).

Falls erforderlich, können etwaige Änderungen der Grundparametrierungen der Messeinrichtungen ebenfalls in wenigen Minuten durch mit den Geräten vertrautes Personal durchgeführt werden.

6.5 Bewertung

Die Rüst- und Einlaufzeiten wurden ermittelt.

Die Messeinrichtung kann, bei überschaubarem Aufwand, an unterschiedlichen Messstellen betrieben werden. Die Rüstzeit beträgt ca. 1 Stunde und die Einlaufzeit maximal die Zeit eines kompletten Messzyklus (hier: 60 min).

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 4.1.5 Bauart

Die Betriebsanleitung muss Angaben des Herstellers zur Bauart der Messeinrichtung enthalten. Im Wesentlichen sind dies:
Bauform (z. B. Tischgerät, Einbaugerät, freie Aufstellung)
Einbaulage (z. B. horizontaler oder vertikaler Einbau)
Sicherheitsanforderungen
Abmessungen
Gewicht
Energiebedarf.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung wird eine Messeinrichtung zur Erfassung des Energieverbrauchs und eine Waage eingesetzt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Der Aufbau der übergebenen Geräte wurde mit der Beschreibung in den Handbüchern verglichen. Der angegebene Energieverbrauch wird über 24 h im Normalbetrieb an 3 Tagen während des Feldtests überprüft.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung muss in horizontaler Einbaulage witterungsunabhängig installiert werden. Hierbei sollte die Einrichtung auf einer ebenen Fläche (z. B. Tisch) aufgestellt werden. Der Einbau in ein 19“ Rack ist ebenfalls gut möglich.

Die Abmessungen und Gewichte der Messeinrichtung stimmen mit den Angaben aus dem Bedienungshandbuch überein.

Der Energiebedarf der Messeinrichtung mit der eingesetzten Pumpe wird vom Hersteller mit maximal ca. 370 W angegeben. In 3 jeweils 24stündigen Tests wurde der Gesamtenergiebedarf der Messeinrichtung ermittelt. Zu keinem Zeitpunkt wurde bei diesen Untersuchungen der angegebene Wert überschritten. Der durchschnittliche Gesamtenergieverbrauch während der Untersuchung für einen Messzyklus von 60 min (50 min Probenahme) lag bei ca. 150 W.

6.5 Bewertung

Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Angaben zur Bauart sind vollständig und korrekt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 4.1.6 Unbefugtes Verstellen

Die Justierung der Messeinrichtung muss gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen gesichert werden können.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Bedienung des Messgerätes erfolgt über die frontseitige Bedientastatur oder über die RS232-Schnittstellen und Modem von einem externen Rechner aus.
Das Menü „Setup“ ist bis auf den Unterpunkt Zeiteinstellung komplett über ein Passwort gesichert. Eine Veränderung der eingestellten Parameter ist ohne Kenntnis des Passwort nicht möglich.

Eine Justierung der Sensoren für die Umgebungstemperatur, Luftdruck sowie die Durchflussmessung im Menü „Test/Flow“ sowie der Sensoren zur Regelung der Probenahmeheizung im Menü „Test/Heater“ ist nur über mehrere Tastenfolgen möglich.

Es ist allerdings zu beachten, dass der laufende Messzyklus bei Betätigung der Tasten „Setup“, „Test“ oder „Tape“ unterbrochen wird und der nächste Messzyklus erst mit der folgenden vollen Stunde beginnt.

Da eine Aufstellung des Messgerätes im Freien nicht möglich ist, erfolgt ein zusätzlicher Schutz durch die Aufstellung an Orten, zu denen Unbefugte keinen Zutritt haben (z. B. verschlossener Messcontainer).

6.4 Auswertung

Unbeabsichtigtes Verstellen von Geräteparametern wird durch den Passwortschutz des Menüs „Setup“ verhindert. Die Justierung von Sensoren für die Durchflussmessung und den Betrieb der Probenahmeheizung kann nur über mehrere Tastenfolgen erfolgen. Ferner ergibt sich ein zusätzlicher Schutz vor unbefugtem Eingriff durch die Installation in einem verschlossenen Messcontainer.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung ist gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen von Geräteparametern gesichert. Die Messeinrichtung ist darüber hinaus in einem Messcontainer zu verschließen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 4.1.7 Messsignalausgang

Die Messsignale müssen digital (z. B. RS 232) und/oder analog (z. B. 4 mA bis 20 mA) angeboten werden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

PC mit Software „HyperTerminal“, Datenlogger Yokogawa (für Analogsignal)

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte unter Verwendung einer elektronischen Datenerfassungsanlage vom Typ Yokogawa (Analogausgang, nur Test im Labor) und einem PC mit Software „HyperTerminal“ (Digitalausgang, serielle Schnittstellen RS 232 #1 & #2).

Die Datenerfassungsanlagen wurden an Analog- sowie Digitalausgang angeschlossen. Die Prüfung erfolgte durch Vergleich der Messwerte aus Geräteanzeige, Analog- und Digitalausgang im Labor.

6.4 Auswertung

Die Messsignale werden auf der Geräterückseite folgendermaßen angeboten:

Analog:	0-1 bzw. 10 V bzw. 0 -16 mA / 4 -20 mA Konzentrationsbereich wählbar
Digital:	über 2xRS 232-Schnittstelle - über die direkte oder mit einem Modem hergestellte Verbindung zu einem Rechner, lässt sich das Gerät komplett steuern – so lässt sich z. B. der Speicher mit allen Daten zu vergangenen Messungen auslesen (Serielle Schnittstelle #1).

Die ermittelten Messwerte wurden sowohl analog, wie auch digital in Übereinstimmung zum angezeigten Wert im Gerätespeicher ausgegeben.

6.5 Bewertung

Die Messsignale werden analog (0-1 bzw. 10 V oder 0 – 16 mA / 4 -20 mA) und digital (über RS 232) angeboten.

Der Anschluss von zusätzlichen Mess- und Peripheriegeräten ist über entsprechende Anschlüsse an den Geräten möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Abbildung 23 zeigt eine Ansicht der Geräterückseite mit den jeweiligen Messwertausgängen.

Abbildung 23: Ansicht Geräterückseite BAM-1020

6.1 4.2 Anforderungen an Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz

Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz müssen die Anforderungen an Messeinrichtungen für den stationären Einsatz auch im mobilen Einsatz erfüllen. Beim mobilen Einsatz von Messeinrichtungen, beispielsweise Messungen im fließenden Verkehr, zeitlich begrenzte Messungen an verschiedenen Orten oder Flugzeugmessungen, muss die ständige Betriebsbereitschaft sichergestellt sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung wurde im Rahmen des Feldtestes an mehreren Feldteststandorten getestet.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtungen wurden für einen festen Einbau in einer Messstation / einem Messcontainer konzipiert. Ein ortsveränderlicher Einsatz ist nur in Verbindung mit einem Messcontainer möglich.

Die ständige Betriebsbereitschaft für zeitlich begrenzte Messungen an verschiedenen Orten ist bei Beachtung der Aufstellungsbedingungen (Auswahl Messstelle, Infrastruktur) sichergestellt.

Für einen mobilen Einsatz sind neben den Aufstellungsbedingungen auch die Rüst- und Einlaufzeiten zu beachten.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung wurde im Rahmen des Feldtestes an mehreren verschiedenen Standorten betrieben. Ein mobiler Einsatz der Messeinrichtung wurde im Rahmen der Prüfung nicht geprüft.

Mindestanforderung erfüllt? nein

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 5.1 Allgemeines

Herstellerangaben der Betriebsanleitung dürfen den Ergebnissen der Eignungsprüfung nicht widersprechen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Ergebnisse der Prüfungen werden mit den Angaben im Handbuch verglichen.

6.4 Auswertung

Die gefundenen Abweichungen zwischen dem ersten Handbuchsentwurf und der tatsächlichen Geräteausführung wurden behoben.

6.5 Bewertung

Differenzen zwischen Geräteausstattung und Handbüchern wurden nicht beobachtet.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe Punkt 6.4 zu diesem Modul.

6.1 5.2.1 Messbereich

Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung muss größer oder gleich dem Bezugswert B_2 sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde geprüft, ob der Messbereichsendwert der Messeinrichtung größer oder gleich dem Bezugswert B_2 ist.

6.4 Auswertung

An der Messeinrichtung können die folgenden Messbereiche eingestellt werden:
0 – 0,100, 0 – 0,200, 0 – 0,250, 0 – 0,500, 0 – 1,000, 0 – 2,000, 0 – 5,000 sowie
0 – 10,000 mg/m³.

Während der Eignungsprüfung war der Messbereich 0 – 1,000 mg/m³ = 0 – 1.000 µg/m³ eingestellt.

Messbereich: 0 – 1.000 µg/m³ (Standard)

Bezugswert: VDI: B_2 = 200 µg/m³.

6.5 Bewertung

Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 - 1.000 µg/m³ eingestellt. Andere Messbereiche im Bereich zwischen minimal 0-100 µg/m³ und maximal 0-10.000 µg/m³ sind möglich.

Der eingestellte Messbereichsendwert der Messeinrichtung ist größer als der Bezugswert B_2

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 5.2.2 Negative Messsignale

Negative Messsignale bzw. Messwerte dürfen nicht unterdrückt werden (lebender Nullpunkt).

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde im Labor- wie auch Feldtest geprüft, ob die Messeinrichtung auch negative Messwerte ausgeben kann.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung kann sowohl über Display wie auch über Analog- und Digitalausgänge negative Werte ausgeben.

6.5 Bewertung

Negative Messsignale werden von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge korrekt ausgegeben.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich

6.1 5.2.3 Analysenfunktion

Der Zusammenhang zwischen dem Ausgangssignal und dem Wert des Luftbeschaffenheitsmerkmals muss mit Hilfe der Analysenfunktion darstellbar sein und durch Regressionsrechnung ermittelt werden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

siehe Modul 5.3.1.

6.3 Durchführung der Prüfung

Für Staubmesseinrichtungen ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.3.1 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ durchzuführen.

6.4 Auswertung

Die Vergleichbarkeit der Messeinrichtungen gemäß der Mindestanforderung 5.3.1 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ wurde im Rahmen der Prüfung nachgewiesen (sieheModul 5.3.1).

Zur Bestimmung der Kalibrier- bzw. Analysenfunktion wird auf den gesamten Datensatz (94 valide Wertepaare) zurückgegriffen.

Die Kennwerte der Kalibrierfunktion

$$y = m * x + b$$

wurden durch lineare Regression ermittelt. Die Analysenfunktion ist die Umkehrung der Kalibrierfunktion. Sie lautet:

$$x = 1/m * y – b/m$$

Die Steigung m der Regressionsgeraden charakterisiert die Empfindlichkeit des Messgerätes, der Ordinatenabschnitt b den Nullpunkt.

Es ergeben sich die in Tabelle 7 aufgeführten Kennwerte

Tabelle 7: Ergebnisse der Kalibrier- und Analysenfunktion

Geräte-Nr.	Kalibrierfunktion		Analysenfunktion	
	y = m * x + b		x = 1/m * y - b/m	
	m	b	1/m	b/m
	µg/m³ / µg/m³	µg/m³	µg/m³ / µg/m³	µg/m³
Gerät 1 (SN 4924)	0,9679	1,5452	1,0332	-1,5954
Gerät 2 (SN 4925)	0,9866	2,2503	1,0136	-2,2809

6.5 Bewertung

Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen dem Referenzmessverfahren und der Geräteanzeige konnte nachgewiesen werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe Modul 5.3.1.

6.1 5.2.4 Linearität

Die Linearität gilt als gesichert, wenn die Abweichung der Gruppenmittelwerte der Messwerte von der Kalibrierfunktion (nach Abschnitt 5.2.1) im Bereich von Null bis B_1 nicht mehr als 5 % von B_1 und im Bereich von Null bis B_2 nicht mehr als 1 % von B_2 beträgt.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

siehe Modul 5.3.1.

6.3 Durchführung der Prüfung

Für Staubmesseinrichtungen ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.3.1 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ durchzuführen.

6.4 Auswertung

Siehe Modul 5.3.1.

6.5 Bewertung

Für Staubmesseinrichtungen ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.3.1 „Gleichwertigkeit der Probenahmesysteme“ durchzuführen.

Siehe Modul 5.3.1.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe Modul 5.3.1.

6.1 5.2.5 Nachweisgrenze

Die Nachweisgrenze der Messeinrichtung darf den Bezugswert B_0 nicht überschreiten. Die Nachweisgrenze ist im Feldtest zu ermitteln.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Filterband

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Bestimmung der Nachweisgrenze erfolgten bei den Testgeräten SN 4924 und SN 4925 durch Auswertung der geräteinternen Überprüfung des Nullpunktes der radiometrischen Messung bei Betrieb der Messeinrichtung im Labor über einen Zeitraum von 18 Tagen. Dabei werden die bei jedem Messzyklus auf einem sauberen Filterbandfleck ermittelten Zählraten I_1 bzw. I_{1X} ausgewertet (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung).

Die erhaltenen stündlichen Werte am Nullpunkt wurden im Rahmen der Prüfung zu 24 h-Mittelwerten verdichtet und ausgewertet.

6.4 Auswertung

Die Nachweisgrenze X wird aus der Standardabweichung s_{x0} der Messwerte am Nullpunkt (24-h-Mittel der geräteintern durchgeführten Leermessungen auf dem Filterband) der Testgeräte ermittelt. Sie entspricht dem mittleren Wert der Nullmessungen addiert mit der mit Studentfaktor multiplizierten Standardabweichung des Mittelwertes x_0 der Messwerte x_{0i} (Leermessung auf Filterband) für das jeweilige Testgerät.

$$X = \overline{x_0} + t_{n-1;0,95} \cdot s_{x0} \qquad \text{mit} \cdot s_{x0} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1,n} (x_{0i} - \overline{x_0})^2}$$

Bezugswert: VDI: B_0 = 2 µg/m³

6.5 Bewertung

Die Nachweisgrenze ermittelte sich aus den Untersuchungen zu 1,7 µg/m³ für Gerät 1 (SN 4924) und zu 1,9 µg/m³ für Gerät 2 (SN 4925).

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 8: Nachweisgrenze

		Gerät SN 4924	Gerät SN 4925
Anzahl der Werte n		18	18
Mittelwert der Leerwerte $\overline{x_0}$	µg/m³	0,54	0,87
Standardabweichung der Werte s_{x0}	µg/m³	0,55	0,49
Student-Faktor $t_{n-1;0,95}$		2,12	2,12
Nachweisgrenze X	µg/m³	1,69	1,90

Die Einzelmesswerte zur Bestimmung der Nachweisgrenze können der Anlage 1 im Anhang entnommen werden.

6.1 5.2.6 Einstellzeit

Die Einstellzeit (90%-Zeit) der Messeinrichtung darf nicht mehr als 5 % der Mittelungszeit (180 s) betragen.

Gemäß VDI 4203 Blatt 3 unter Punkt 5.3 ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen mit Vorabscheidung mit physikalischer Messmethode nicht relevant.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.2.7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur

Die Temperaturabhängigkeit des Nullpunkt-Messwertes darf bei einer Änderung der Umgebungstemperatur um 15 K im Bereich zwischen +5 °C und +20 °C bzw. 20 K im Bereich zwischen +20 °C und +40 °C den Bezugswert B_0 nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer für den Temperaturbereich +5 bis +40 °C, Filterband.

6.3 Durchführung der Prüfung

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur wurden die vollständigen Messeinrichtungen in der Klimakammer betrieben. Bei den Testgeräten SN 4924 und SN 4925 wurde der Nullpunkt durch Auswertung der geräteinternen Überprüfung des Nullpunktes der radiometrischen Messung bei Betrieb der Messeinrichtung ermittelt. Dabei werden die bei jedem Messzyklus auf einem sauberen Filterbandfleck ermittelten Zählraten I_1 bzw. I_{1X} ausgewertet (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung).

Die Umgebungstemperaturen in der Klimakammer wurden in der Reihenfolge 20 °C – 5 °C – 20 °C – 40 °C – 20 °C in dreifacher Wiederholung variiert. Nach einer jeweiligen Äquilibrierzeit von ca. 3 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der Messwerte am Nullpunkt. Die erhaltenen stündlichen Werte am Nullpunkt wurden im Rahmen der Prüfung zu 7 h-Mittelwerten bzw. zu 21 h-Mittelwerten verdichtet und ausgewertet. Die relative Feuchte wurde konstant gehalten.

6.4 Auswertung

Es wurden die benötigten Messwerte über die serielle Schnittstelle #2 aufgezeichnet und ausgewertet. Betrachtet wird die absolute Abweichung in µg/m³ pro Temperaturschritt bezogen auf den Ausgangspunkt von 20 °C.

Bezugswert: VDI: B_0 = 2 µg/m³.

6.5 Bewertung

Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Nullpunkt von 0,7 µg/m³ festgestellt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 9: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in µg/m³, Mittelwert aus drei Messungen

Temperatur		Abweichung	
Anfangstemperatur	Endtemperatur	Gerät 1 (SN 4924)	Gerät 2 (SN 4925)
°C	°C	µg/m³	µg/m³
20	5	0,0	0,3
5	20	0,5	0,1
20	40	0,7	0,0
40	20	0,3	0,2

Auch in den Einzelstufen (21 h-Mittel) konnten keine Abweichungen > 1,4 µg/m³ ermittelt werden. Die Ergebnisse der 3 Einzelmessungen (21 h-Mittel) können der Anlage 2 im Anhang entnommen werden.

6.1 5.2.8 Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur

Die Temperaturabhängigkeit des Messwertes im Bereich des Bezugswertes B_1 darf nicht mehr als ± 5 % des Messwertes bei einer Änderung der Umgebungstemperatur um 15 K im Bereich zwischen +5 °C und +20 °C bzw. 20 K im Bereich zwischen +20 °C und +40 °C betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer für den Temperaturbereich +5 - +40 °C, eingebaute Referenzfolie.

6.3 Durchführung der Prüfung

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Messwerte von der Umgebungstemperatur wurden die Messeinrichtungen in der Klimakammer betrieben. Bei den Testgeräten SN 4924 und SN 4925 wurde zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung auf die bei jedem Messzyklus ermittelten Zählraten I_1 (sauberer Filterfleck) bzw. I_2 (sauberer Filterfleck + eingefahrene Referenzfolie) zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Aus den ermittelten Zählraten wird geräteintern die Massendichte m [mg/cm²] der Referenzfolie berechnet.

Die Umgebungstemperaturen in der Klimakammer wurden in der Reihenfolge 20 °C – 5 °C – 20 °C – 40 °C – 20 °C in dreifacher Wiederholung variiert. Nach einer jeweiligen Äquilibrierzeit von ca. 3 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der jeweiligen Messwerte am Referenzpunkt. Die erhaltenen stündlichen Werte am Referenzpunkt wurden im Rahmen der Prüfung zu 7 h-Mittelwerten bzw. zu 21 h-Mittelwerten verdichtet und ausgewertet. Die relative Feuchte wurde konstant gehalten.

6.4 Auswertung

Betrachtet wird die prozentuale Änderung des ermittelten Massendichtewertes (eingebaute Referenzfolie) für jeden Temperaturschritt bezogen auf den Ausgangspunkt bei 20 °C.

Als Anmerkung sei erwähnt, dass mit Hilfe der eingebauten Referenzfolie nur Massendichtewerte, und keine Konzentrationswerte simuliert werden konnten, eine Betrachtung im Bereich des B_1 (= 40 µg/m³) war aus diesem Grunde nicht möglich.

6.5 Bewertung

Es konnten für Gerät 1 (SN 4924) keine Abweichungen > 0,1 %, für Gerät 2 (SN 4925) keine Abweichungen > 0,2 % zum Ausgangswert bei 20 °C ermittelt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 10: Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Umgebungstemperatur SN 4924 & SN 4925, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen

Temperatur		Abweichungen	
		Gerät 1 (SN 4924)	Gerät 2 (SN 4925)
Anfangstemperatur	Endtemperatur	eingebaute Referenzfolie	eingebaute Referenzfolie
°C	°C	%	%
20	5	0,1	0,2
5	20	0,1	0,0
20	40	0,0	-0,1
40	20	0,0	0,1

Auch in den Einzelstufen wurden keine Abweichungen > 0,3 % gefunden. Die Einzelergebnisse können der Anlage 2 im Anhang entnommen werden.

6.1 5.2.9 Nullpunktsdrift

Die zeitliche Änderung des Nullpunkt-Messwertes darf in 24 h und im Wartungsintervall den Bezugswert B_0 nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Filterband.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte im Rahmen des Feldtestes über einen Zeitraum von insgesamt ca. 6 Monaten. Die im Prüfkatalog geforderte tägliche Nullpunktskontrolle ist bei dieser Staubmesseinrichtung prinzipiell durch Auswertung der geräteinternen Überprüfung des Nullpunktes der radiometrischen Messung möglich. Dabei werden die bei jedem Messzyklus auf einem sauberen Filterbandfleck ermittelten Zählraten I_1 bzw. I_{1X} ausgewertet (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung).

Zur Auswertung wurden die automatisch errechneten stündlichen Werte am Nullpunkt während des gesamten Feldtests im Mittel einmal pro Woche für einen Tag zu einem 24 h-Mittelwert verdichtet und ausgewertet. Im Rahmen der Prüfung wurde auf die tägliche Auswertung des Gesamtdatensatzes aus Praktikabilitätsgründen (große Datenmenge) verzichtet. Exemplarisch erfolgte jedoch eine Auswertung und grafische Darstellung der Ergebnisse für den Zeitraum vom 03.10.2006 bis zum 16.10.2006.

Die Auswertung der internen Nullpunktmessung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs.

6.4 Auswertung

Die Auswertung erfolgt auf Basis der Messergebnisse der regelmäßigen internen Nullpunktmessung durch Vergleich der jeweiligen Werte mit den jeweiligen „Messwerten“ des vorherigen Tests und mit dem „Messwert“ des ersten Tests.

Aus der Regressionsrechnung für die Nullpunktsdrift ergeben sich folgende Werte für die 1-Wochen-Drift:

SN 4924: 0,0095 µg/(m³*Wo) + 0,3461 µg/m³

SN 4925: 0,002 µg/(m³*Wo) + 0,6847 µg/m³

Damit ergeben sich in einem Wartungsintervall von 4 Wochen die folgenden mittleren zeitlichen Änderungen:

SN 4924: 0,384 µg/m³ in 4 Wochen

SN 4925: 0,693 µg/m³ in 4 Wochen

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung führt während jedem Messzyklus eine regelmäßige geräteinterne Überprüfung des Nullpunkts der radiometrischen Messung durch. Diese Überprüfung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs. Die im Rahmen der Driftuntersuchung im Wartungsintervall ermittelten Werte liegen innerhalb der erlaubten Grenzen.

Die ermittelten Einzelmesswerte liegen in der Regel innerhalb der erlaubten Abweichungsgrenzen. Lediglich für SN 4924 lag der Einzelmesswert am 05.08.2006 außerhalb des erlaubten Toleranzbereichs. Ein Abgleich der Messeinrichtung am Nullpunkt fand jedoch nicht statt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 11 und Tabelle 12 enthalten die ermittelten Messwerte für den Nullpunkt und die errechneten Abweichungen bezogen auf den Vorgängerwert und bezogen auf den Startwert in µg/m³.
Abbildung 24 und Abbildung 25 zeigen eine grafische Darstellung der Nullpunktsdrift über den Untersuchungszeitraum. Abbildung 26 und Abbildung 27 zeigen beispielhaft die Ergebnisse der täglichen Auswertung der geräteinternen Nullpunktüberprüfung im Zeitraum vom 03.10.2006 bis zum 16.10.2006.

Tabelle 11: Nullpunktdrift SN 4924

Datum	Messwert (Einzelwert)	Abweichung zum Vorgängerwert (Einzelwert)	Abweichung zum Startwert (Einzelwert)
	µg/m³	µg/m³	µg/m³
11.02.2006	1,03	-	-
18.02.2006	1,01	-0,02	-0,02
25.02.2006	0,56	-0,45	-0,47
04.03.2006	-0,44	-1,00	-1,47
11.03.2006	-0,55	-0,11	-1,58
18.03.2006	-0,46	0,09	-1,49
25.03.2006	-0,06	0,40	-1,09
01.04.2006	0,45	0,51	-0,58
05.08.2006	2,20	1,75	1,17
12.08.2006	0,61	-1,59	-0,42
19.08.2006	1,20	0,59	0,17
26.08.2006	1,16	-0,04	0,13
02.09.2006	0,78	-0,38	-0,25
01.10.2006	0,13	0,65	-0,90
07.10.2006	0,66	0,53	-0,37
14.10.2006	0,50	0,16	-0,53
21.10.2006	-0,19	-0,69	-1,22
28.10.2006	1,47	1,66	0,44
04.11.2006	0,51	-0,96	-0,52
11.11.2006	0,20	-0,31	-0,83
18.11.2006	-0,32	-0,52	-1,35

Tabelle 12: Nullpunktdrift SN 4925

Datum	Messwert (Einzelwert)	Abweichung zum Vorgängerwert (Einzelwert)	Abweichung zum Startwert (Einzelwert)
	µg/m³	µg/m³	µg/m³
11.02.2006	0,44	-	-
18.02.2006	-0,08	-0,52	-0,52
25.02.2006	1,91	1,99	1,47
04.03.2006	0,45	-1,46	0,01
11.03.2006	0,23	-0,22	-0,21
18.03.2006	1,28	1,05	0,84
25.03.2006	0,25	-1,03	-0,19
01.04.2006	0,79	0,54	0,35
05.08.2006	1,08	0,29	0,64
12.08.2006	1,12	0,04	0,68
19.08.2006	-0,45	-1,57	-0,89
26.08.2006	1,47	1,92	1,03
02.09.2006	0,59	-0,88	0,15
01.10.2006	1,39	0,80	0,95
07.10.2006	1,35	-0,04	0,91
14.10.2006	0,54	-0,81	0,10
21.10.2006	0,23	-0,31	-0,21
28.10.2006	0,91	0,68	0,47
04.11.2006	0,33	-0,58	-0,11
11.11.2006	0,81	0,48	0,37
18.11.2006	0,41	-0,40	-0,03

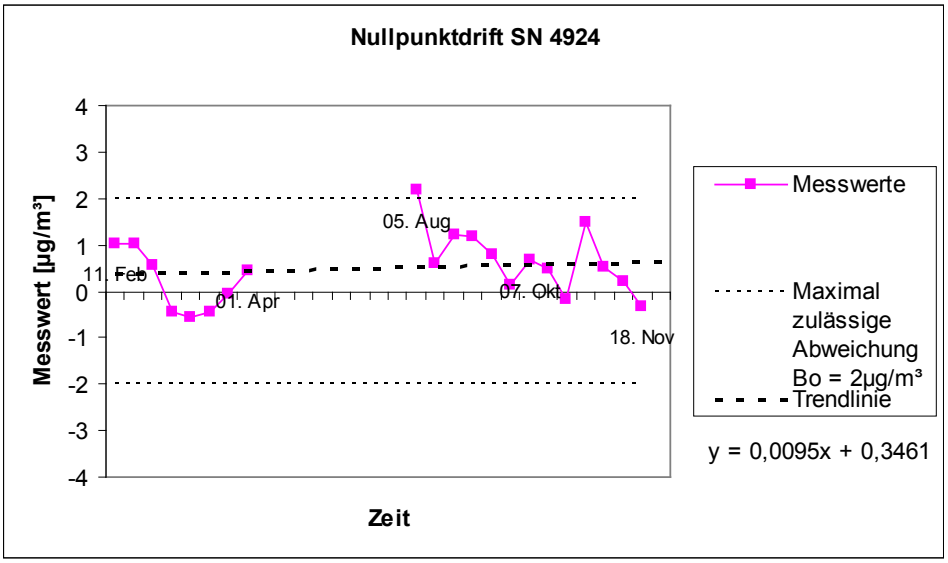


Abbildung 24: Nullpunktdrift SN 4924 (gesamter Untersuchungszeitraum)

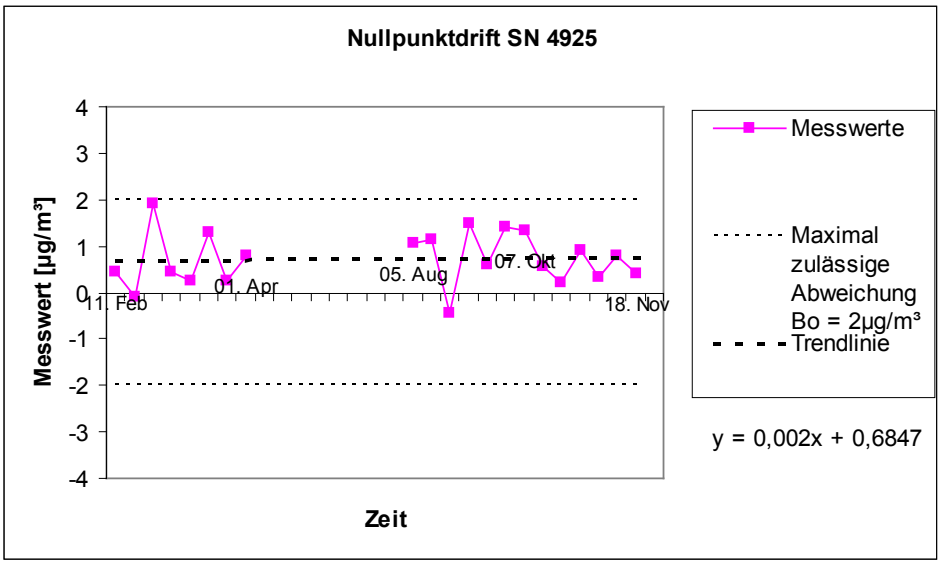


Abbildung 25: Nullpunktdrift SN 4925 (gesamter Untersuchungszeitraum)

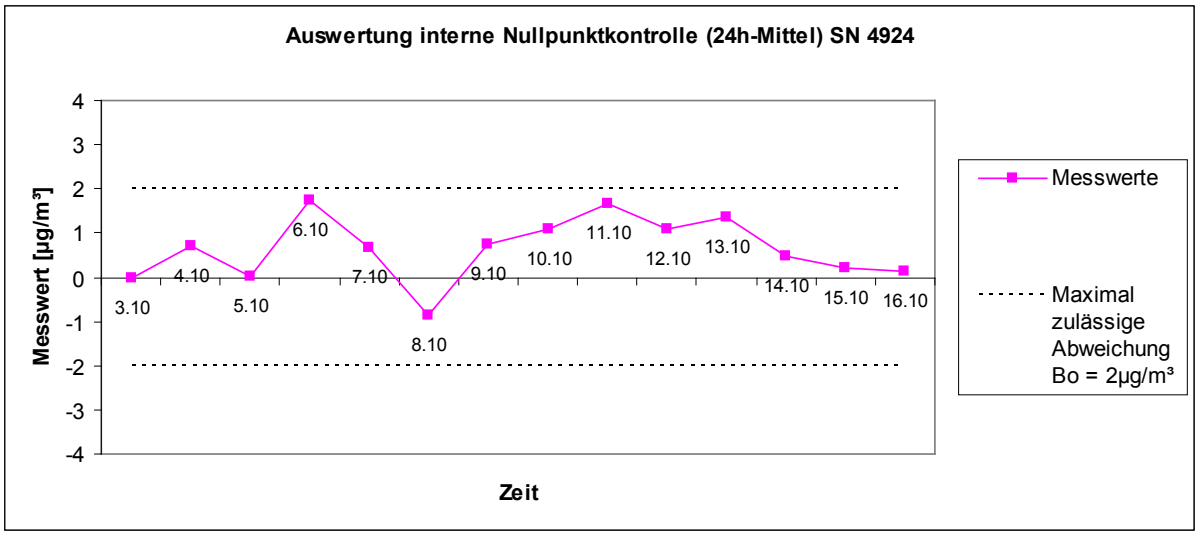


Abbildung 26: Nullpunktdrift SN 4924 (03.10.2006-16.10.2006)

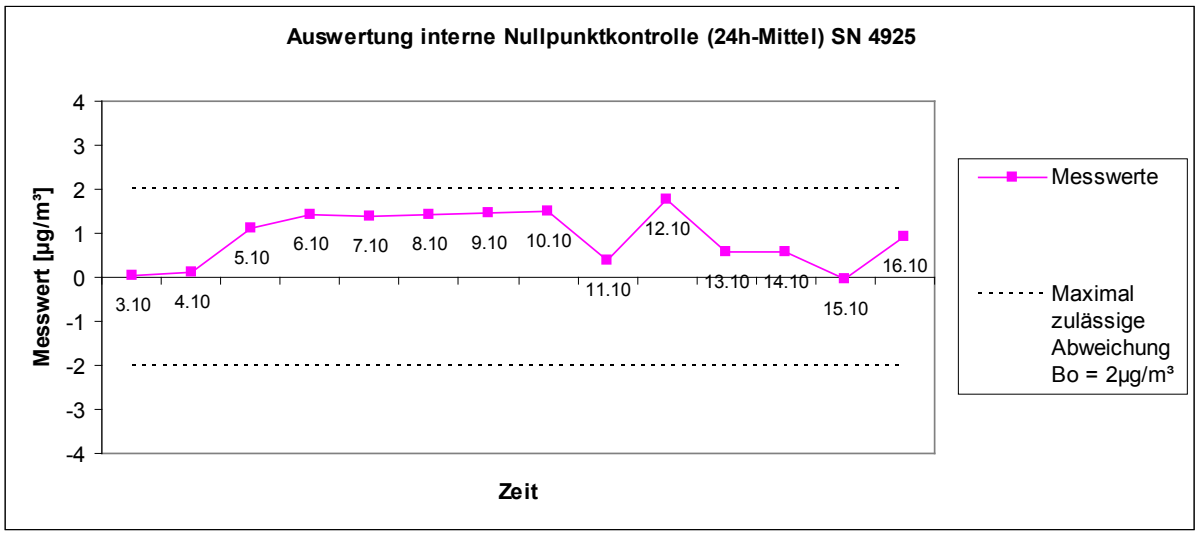


Abbildung 27: Nullpunktdrift SN 4925 (03.10.2006-16.10.2006)

6.1 5.2.10 Drift des Messwertes

Die zeitliche Änderung des Messwertes im Bereich des Bezugswertes B_1 darf in 24 Stunden und im Wartungsintervall ± 5 % von B_1 nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Eingebaute Referenzfolie.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte im Rahmen des Feldtestes über einen Zeitraum von insgesamt ca. 6 Monaten. Die im Prüfkatalog geforderte tägliche Referenzpunktskontrolle ist bei dieser Staubmesseinrichtung prinzipiell durch Auswertung der geräteinternen Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit möglich. Dabei wird auf die bei jedem Messzyklus ermittelten Zählraten I_1 (sauberer Filterfleck) bzw. I_2 (sauberer Filterfleck + eingefahrene Referenzfolie) zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Aus den ermittelten Zählraten wird geräteintern die Massendichte m [mg/cm²] der Referenzfolie berechnet.

Zur Auswertung wurden die errechneten stündlichen Werte am Referenzpunkt während des gesamten Feldtests im Mittel einmal pro Woche für einen Tag zu einem 24 h-Mittelwert verdichtet und ausgewertet. Im Rahmen der Prüfung wurde auf die tägliche Auswertung des Gesamtdatensatzes aus Praktikabilitätsgründen (große Datenmenge) verzichtet. Exemplarisch erfolgte jedoch eine Auswertung und grafische Darstellung der Ergebnisse für den Zeitraum vom 03.10.2006 bis zum 16.10.2006.

Die Auswertung der internen Referenzpunktmessung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs.

6.4 Auswertung

Die Auswertung erfolgt auf Basis der Messergebnisse der internen Referenzpunktmessung durch Vergleich der jeweiligen Werte mit den jeweiligen „Messwerten“ des vorherigen Tests und mit dem „Messwert“ des ersten Tests.

Betrachtet wird dabei die prozentuale Änderung des ermittelten Massendichtewertes im Intervall von 1 Woche sowie jeweils bezogen auf den Startwert.

Aus der Regressionsrechnung für Referenzpunktsdrift ergeben sich folgende Werte für die 1-Wochen-Drift:

SN 4924: -0,0065 % / Wo + 0,4619 %

SN 4925: 0,0202 % / Wo – 0,1036 %

Damit ergeben sich in einem Wartungsintervall von 4 Wochen die folgenden mittleren zeitlichen Änderungen:

SN 4924: 0,436 % in 4 Wochen

SN 4925: -0,023 % in 4 Wochen

Als Anmerkung sei erwähnt, dass mit Hilfe der Referenzfolie nur Massendichtewerte, und keine Konzentrationswerte simuliert werden konnten, eine Betrachtung im Bereich des B_1 (= 40 µg/m³) war aus diesem Grunde nicht möglich.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung führt während jedem Messzyklus eine regelmäßige geräteinterne Überprüfung der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung durch. Diese Überprüfung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs. Die im Rahmen der Untersuchung ermittelten Werte für die Drift der Empfindlichkeit betrugen im Wartungsintervall maximal 0,44 % (SN 4924) bzw. -0,02 % (SN 4925).

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In der Tabelle 13 und Tabelle 14 sind die Abweichungen der Messwerte in % vom jeweiligen Vorgängerwert bzw. zum Startwert aufgeführt. Abbildung 28 und Abbildung 29 zeigen eine grafische Darstellung der Drift der Messwerte (bezogen auf den Startwert) für die Referenzfolie. Abbildung 30 und Abbildung 31 zeigen beispielhaft die Ergebnisse der täglichen Auswertung der geräteinternen Referenzpunktüberprüfung im Zeitraum vom 03.10.2006 bis zum 16.10.2006.

Tabelle 13: Drift des Messwertes SN 4924

Datum	Messwert (Einzelwert)	Abweichung zum Vorgängerwert (Einzelwert)	Abweichung zum Startwert (Einzelwert)
	µg/cm²	%	%
11.02.2006	829,2	-	-
18.02.2006	823,4	-0,7	-0,7
25.02.2006	822,8	-0,1	-0,8
04.03.2006	824,5	0,2	-0,6
11.03.2006	822,5	-0,2	-0,8
18.03.2006	827,4	0,6	-0,2
25.03.2006	824,2	-0,4	-0,6
01.04.2006	824,9	0,1	-0,5
05.08.2006	825,9	0,1	-0,4
12.08.2006	825,7	0,0	-0,4
19.08.2006	825,5	0,0	-0,5
26.08.2006	825,8	0,0	-0,4
02.09.2006	825,4	-0,1	-0,5
01.10.2006	823,0	-0,3	-0,8
07.10.2006	824,0	0,1	-0,6
14.10.2006	824,2	0,0	-0,6
21.10.2006	822,9	-0,1	-0,8
28.10.2006	823,7	0,1	-0,7
04.11.2006	823,9	0,0	-0,6
11.11.2006	823,7	0,0	-0,7
18.11.2006	822,5	-0,1	-0,8

Tabelle 14: Drift des Messwertes SN 4925

Datum	Messwert (Einzelwert)	Abweichung zum Vorgängerwert (Einzelwert)	Abweichung zum Startwert (Einzelwert)
	µg/cm²	%	%
11.02.2006	811,3	-	-
18.02.2006	810,4	-0,1	-0,1
25.02.2006	809,1	-0,2	-0,3
04.03.2006	808,8	0,0	-0,3
11.03.2006	812,8	0,5	0,2
18.03.2006	811,1	-0,2	0,0
25.03.2006	811,6	0,1	0,0
01.04.2006	812,0	0,1	0,1
05.08.2006	815,3	0,4	0,5
12.08.2006	815,5	0,0	0,5
19.08.2006	814,4	-0,1	0,4
26.08.2006	816,4	0,2	0,6
02.09.2006	814,8	-0,2	0,4
01.10.2006	814,4	-0,1	0,4
07.10.2006	814,6	0,0	0,4
14.10.2006	813,5	-0,1	0,3
21.10.2006	812,9	-0,1	0,2
28.10.2006	813,7	0,1	0,3
04.11.2006	813,6	0,0	0,3
11.11.2006	813,4	0,0	0,3
18.11.2006	815,7	0,3	0,5

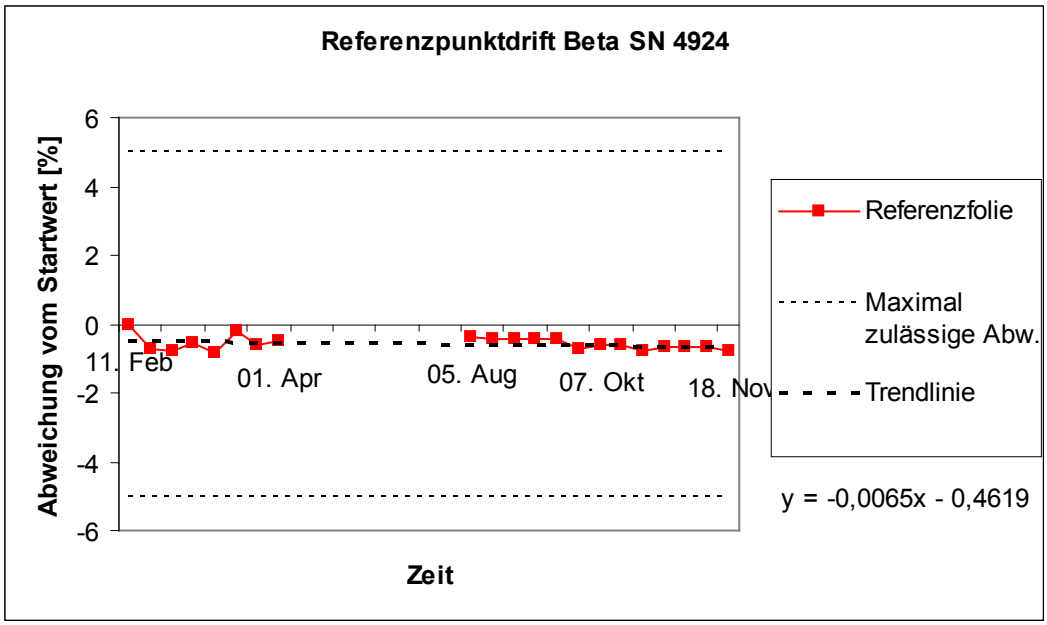


Abbildung 28: Drift des Messwertes SN 4924 (gesamter Untersuchungszeitraum)

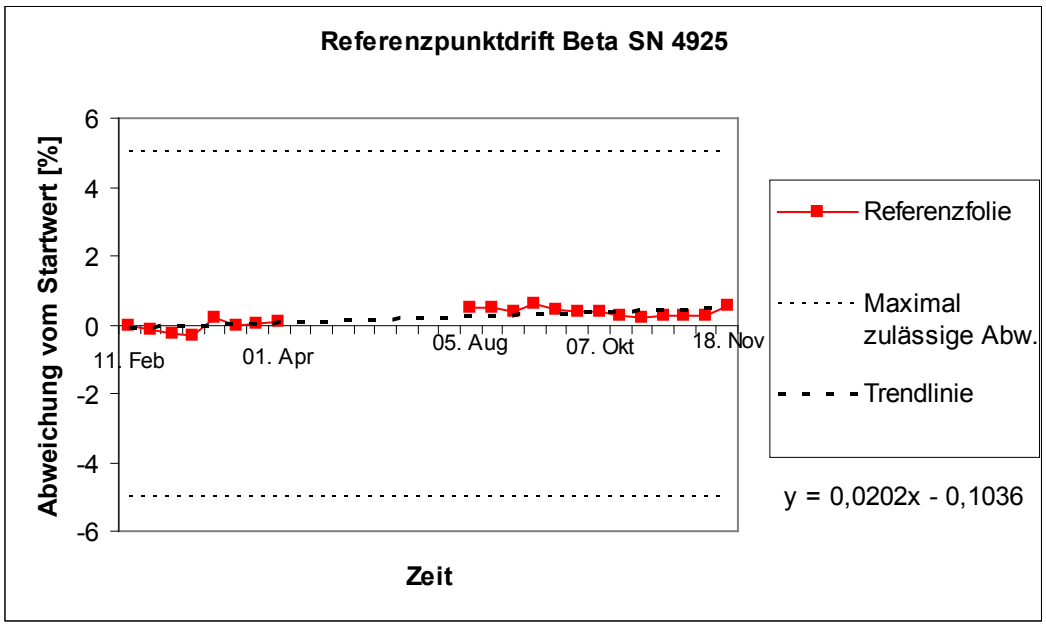


Abbildung 29: Drift des Messwertes SN 4925 (gesamter Untersuchungszeitraum)

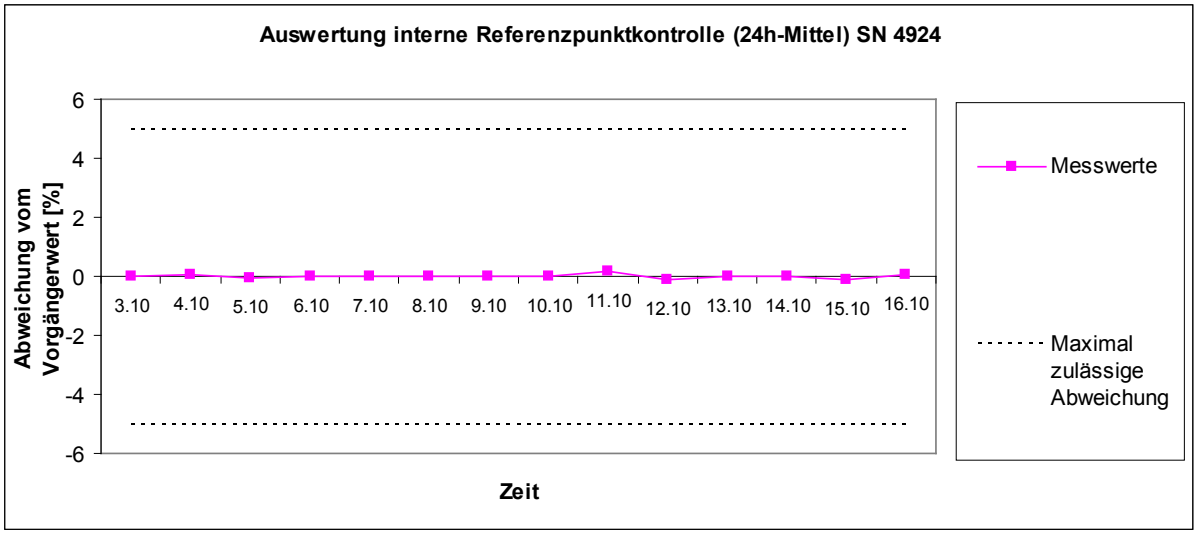


Abbildung 30: Drift des Messwertes SN 4924 (03.10.2006-16.10.2006)

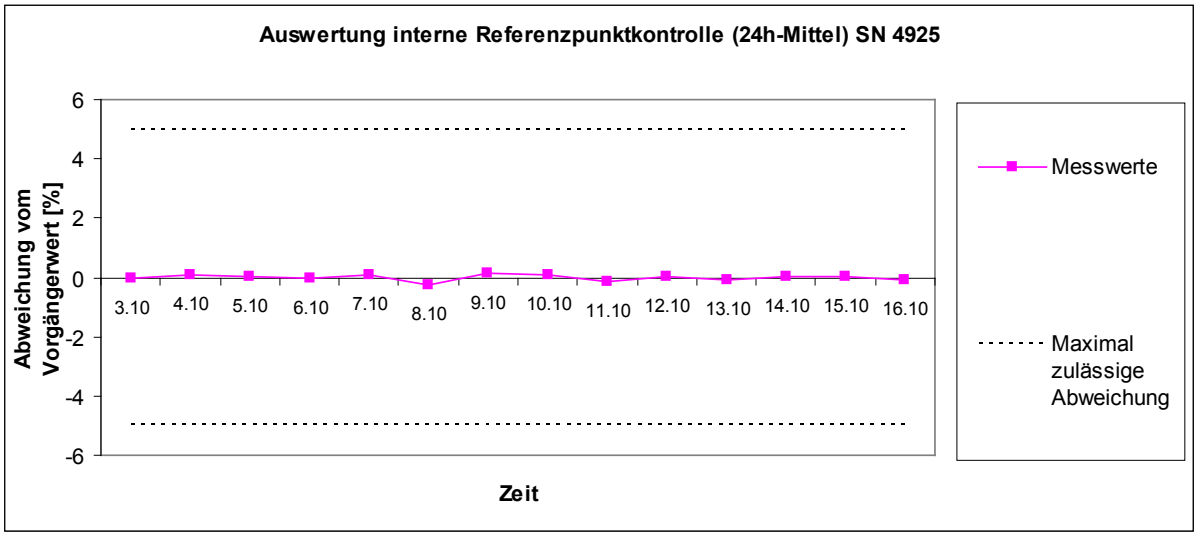


Abbildung 31: Drift des Messwertes SN 4925 (03.10.2006-16.10.2006)

6.1 5.2.11 Querempfindlichkeit

Die Absolutwerte der Summen der positiven bzw. negativen Abweichungen aufgrund von Störeinflüssen durch die Querempfindlichkeit gegenüber im Messgut enthaltenen Begleitstoffen dürfen im Bereich des Nullpunktes nicht mehr als B_0 und im Bereich von B_2 nicht mehr als 3 % von B_2 betragen. Die Konzentration des Begleitstoffes wird im Bereich des jeweiligen B_2-Wertes des Begleitstoffes eingesetzt. Sind keine entsprechenden Bezugswerte bekannt, so ist ein geeigneter Bezugswert durch das Prüfinstitut im Einvernehmen mit den anderen Prüfinstituten festzulegen und anzugeben.

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant. Es gilt die Mindestanforderung 5.3.4. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen finden sich deshalb im Modul 5.3.4.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.2.12 Reproduzierbarkeit

Die Reproduzierbarkeit R_D der Messeinrichtung ist aus Doppelbestimmungen mit zwei baugleichen Messeinrichtungen zu ermitteln und darf den Wert 10 nicht unterschreiten. Als Bezugswert ist B_1 zu verwenden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei der Ermittlung der Reproduzierbarkeit kamen zusätzlich die in Kapitel 5 genannten Messeinrichtungen zum Einsatz.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Reproduzierbarkeit ist definiert als der Betrag, um den sich zwei zufällig ausgewählte Einzelwerte, die unter Vergleichsbedingungen gewonnen wurden, höchstens unterscheiden. Die Reproduzierbarkeit wurde mit zwei identischen und parallel betriebenen Geräten im Feldtest bestimmt. Dazu wurden Messdaten aus der gesamten Felduntersuchung herangezogen.

Die Felduntersuchungen an drei verschiedenen Standorten erfolgten mit einem US-PM10-Probenahmekopf (BX-802). Nach Abschluss dieser Untersuchungen, wurden die Prüflinge am Standort „Köln, Frankfurter Str." zusätzlich noch mit einem EU-PM10-Probenahmekopf (BX-809) betrieben und gesondert ausgewertet. Ziel dieser zusätzlichen Untersuchung war der Nachweis, dass sich die mit den beiden verschiedenen Probenahmeköpfen erzielten Ergebnisse nicht signifikant voneinander unterscheiden und somit der Betrieb der Messeinrichtung mit beiden Probenahmekopf-Typen möglich ist.

6.4 Auswertung

Die Reproduzierbarkeit berechnet sich wie folgt:

$$R = \frac{B_1}{U} \geq 10 \qquad \text{mit} \qquad U = \pm s_D \cdot t_{(n;0,95)} \qquad \text{und} \qquad s_D = \sqrt{\frac{1}{2n} \cdot \sum_{i=1}^{n} (x_{1i} - x_{2i})^2}$$

- R = Reproduzierbarkeit bei B_1
- U = Unsicherheit
- B_1 = 40 µg/m³ (VDI)
- s_D = Standardabweichung aus Doppelbestimmungen
- n= Anzahl der Doppelbestimmungen
- $t_{(n;0,95)}$ = Studentfaktor für 95%ige Sicherheit
- x_{1i} = Messsignal des Gerätes 1 (z.B. SN 4924) bei der i-ten Konzentration
- x_{2i} = Messsignal des Gerätes 2 (z.B. SN 4925) bei der i-ten Konzentration

.

6.5 Bewertung

Die Reproduzierbarkeit betrug im Feldtest minimal 16.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der Tabelle 15 zusammenfassend dargestellt. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 44 bis Abbildung 48.

Anmerkung: Die ermittelten Unsicherheiten werden auf den Bezugswert B_1 für jeden Standort bezogen:

Tabelle 15: Konzentrationsmittelwerte, Standardabweichung, Unsicherheitsbereich und Reproduzierbarkeit im Feld

Standort	Anzahl	$\overline{c}$ (SN 4924)	$\overline{c}$ (SN 4925)	$\overline{c}_{ges}$	s_D	t	U	R
		µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³		µg/m³	
Köln, Parkplatzgelände	52	25,2	26,6	25,9	1,267	2,007	2,54	16
Titz-Rödingen	37	24,0	24,9	24,5	0,795	2,026	1,61	25
Köln, Frankfurter Str.	28	26,7	27,9	27,3	1,074	2,049	2,20	18
Alle Standorte	117	24,8	26,0	25,4	1,000	1,980	1,98	20
zusätzlich Köln, Frankfurter Str. (EU-Kopf)	26	25,7	25,6	25,7	0,800	2,056	1,64	24

- $\overline{c}$ (SN 4924): Mittelwert der Konzentrationen Gerät SN 4924
- $\overline{c}$ (SN 4925): Mittelwert der Konzentrationen Gerät SN 4925
- $\overline{c}_{ges}$: Mittelwert der Konzentrationen der Geräte SN 4924 & SN 4925

Einzelwerte können der Anlage 4 des Anhangs entnommen werden.

6.1 5.2.13 Stundenwerte

Das Messverfahren muss die Bildung von Stundenmittelwerten ermöglichen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde geprüft, ob die Messeinrichtung die Bildung von Stundenmittelwerten ermöglicht.

6.4 Auswertung

Gemäß der gültigen Richtlinie [7] sind die Grenzwerte für Feinstaub PM10 auf einen minimalen Mittelungszeitraum von 24 Stunden bezogen. Eine Bildung von Stundenmittelwerten ist deshalb für Messeinrichtungen zur Überwachung dieses Grenzwertes nicht erforderlich. Die geprüfte Messeinrichtung arbeitet standardmäßig mit einem Messzyklus von 60 min und gibt somit jede Stunde einen neuen Messwert aus. Die Messeinrichtung ermöglicht dadurch eine Online-Erfassung der Partikelkonzentrationen mit stündlicher Auflösung.

6.5 Bewertung

Die Bildung von Stundenwerten für die Komponente Feinstaub PM10 ist zur Überwachung der einschlägigen Grenzwerte nicht erforderlich, aber möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In den nachfolgenden Abbildungen ist der Verlauf der Schwebstaubkonzentrationen im Zeitraum vom 03.10.2006 bis 16.10.2006 (Köln, Frankfurter Str.) sowie die Korrelation zwischen den beiden Prüflingen auf Basis von 1 h-Mittelwerten dargestellt. Es zeigt sich in den Grafiken die prinzipielle Eignung der Messeinrichtung zur Online-Erfassung der Partikelkonzentrationen mit stündlicher Auflösung und damit die Möglichkeit zur Bereitstellung von Informationen über die Zeitverläufe von Schwebstaubkonzentrationen.

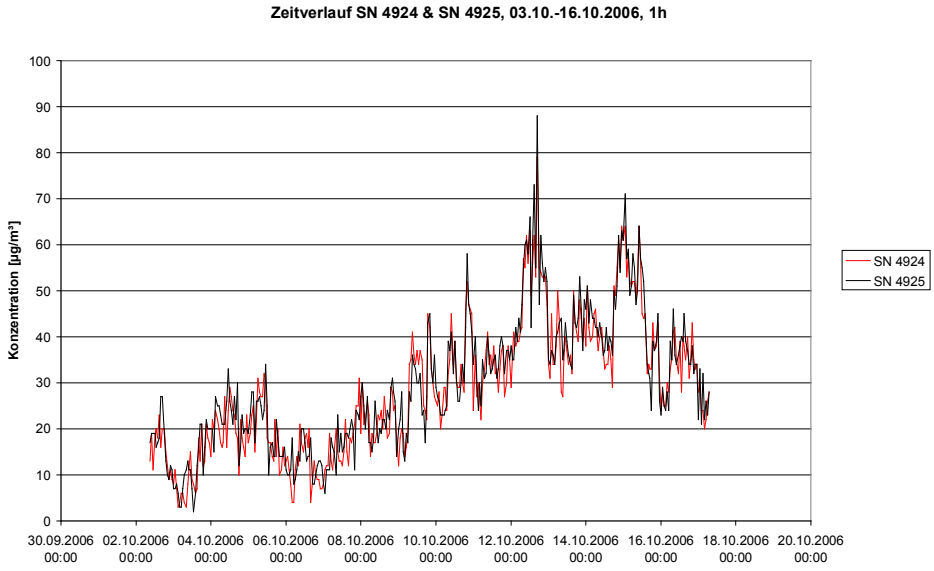


Abbildung 32: Zeitlicher Verlauf der Schwebstaubkonzentration PM10 vom 03.10.2006 bis 16.10.2006, 1h-Mittelwerte

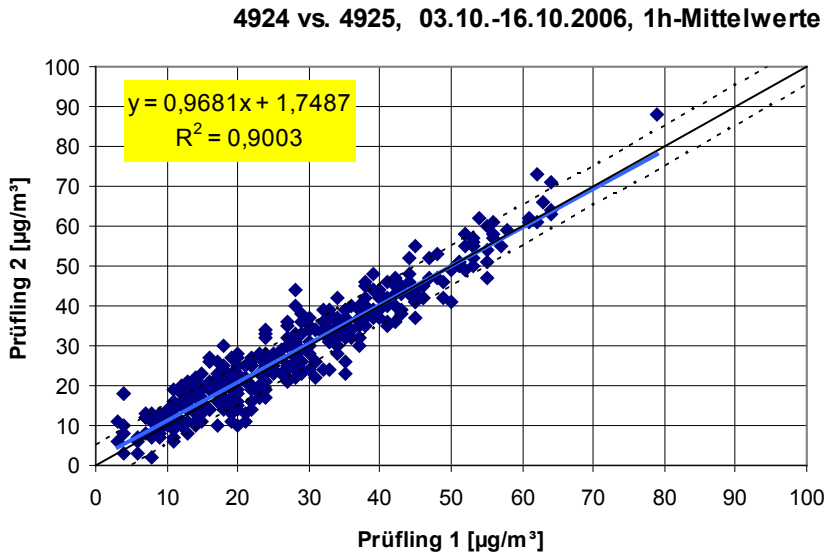


Abbildung 33: SN 4924 vs. SN 4925, 03.10.2006 bis 16.10.2006, 1 h-Messwerte

6.1 5.2.14 Netzspannung und Netzfrequenz

Die Änderung des Messwertes beim Bezugswert B_1 durch die im elektrischen Netz üblicherweise auftretende Änderung der Spannung im Intervall (230 +15/-20) V darf nicht mehr als B_0 betragen. Weiterhin darf im mobilen Einsatz die Änderung des Messwertes durch Änderung der Netzfrequenz im Intervall (50 ± 2) Hz nicht mehr als B_0 betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Trennstelltrafo, Filterband, eingebaute Referenzfolie .

6.3 Durchführung der Prüfung

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des Messsignals von der Netzspannung, wurde die Netzspannung ausgehend von 230 V auf 210 V reduziert und anschließend über die Zwischenstufe 230 V auf 245 V erhöht.

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des Nullpunktes von der Netzspannung, wurde bei den Testgeräten SN 4924 und SN 4925 der Nullpunkt durch Auswertung der geräteinternen Überprüfung des Nullpunktes der radiometrischen Messung bei Betrieb der Messeinrichtung ermittelt. Dabei werden die bei jedem Messzyklus auf einem sauberen Filterbandfleck ermittelten Zählraten I_1 bzw. I_{1X} ausgewertet (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung).

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Messwerte von der Netzspannung wurde bei den Testgeräten SN 4924 und SN 4925 zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung auf die bei jedem Messzyklus ermittelten Zählraten I_1 (sauberer Filterfleck) bzw. I_2 (sauberer Filterfleck + eingefahrene Referenzfolie) zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Aus den ermittelten Zählraten wird geräteintern die Massendichte m [mg/cm²] der Referenzfolie berechnet.

Da der mobile Einsatz der Messeinrichtung nicht vorgesehen ist, wurde auf die gesonderte Untersuchung der Abhängigkeit des Messsignals von der Netzfrequenz verzichtet.

6.4 Auswertung

Für die Untersuchungen am Nullpunkt wurden die bei den verschiedenen Netzspannungen-ermittelten Messwerte aufgezeichnet. Betrachtet wird die absolute Abweichung in µg/m³ pro Prüfschritt bezogen auf den Ausgangspunkt von 230 V.

Am Referenzpunkt wird die prozentuale Änderung des ermittelten Massendichtewertes für jeden Prüfschritt bezogen auf den Ausgangspunkt bei 230 V betrachtet.

Als Anmerkung sei erwähnt, dass mit Hilfe der Referenzfolie nur Massendichtewerte, und keine Konzentrationswerte simuliert werden konnten, eine Betrachtung im Bereich des B_1 (= 40 µg/m³) war aus diesem Grunde nicht möglich.

6.5 Bewertung

Die Bewertung der Mindestanforderungen erfolgten auf Basis der oben genannten Angaben.

Durch Netzspannungsänderungen konnten am Nullpunkt maximale Abweichungen von -1,6 µg/m³ und an den geprüften Referenzpunkten von maximal 0,2 %.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 16 und Tabelle 17 zeigt eine zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse.

Tabelle 16: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Netzspannung, Abweichung in µg/m³

Netzspannung		Abweichung	
Anfangsspannung	Endspannung	Gerät 1 (SN 4924)	Gerät 2 (SN 4925)
V	V	µg/m³	µg/m³
230	210	0,3	-0,1
210	230	-1,6	-0,4
230	245	-0,7	-0,4
245	230	0,4	0,7

Tabelle 17: Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %

Netzspannung		Abweichung	
		Gerät 1 (SN 4924)	Gerät 2 (SN 4925)
Anfangsspannung	Endspannung	Referenzfolie	Referenzfolie
V	V	%	%
230	210	0,1	0,0
210	230	0,2	-0,1
230	245	0,0	-0,1
245	230	0,1	0,0

Die Einzelergebnisse können der Anlage 3 im Anhang entnommen werden.

6.1 5.2.15 Stromausfall

Bei Gerätestörungen und bei Stromausfall muss ein unkontrolliertes Ausströmen von Betriebs- und Kalibriergas unterbunden sein. Die Geräteparameter sind durch eine Pufferung gegen Verlust durch Netzausfall zu schützen. Bei Spannungswiederkehr muss das Gerät automatisch wieder den messbereiten Zustand erreichen und gemäß der Betriebsvorgabe die Messung beginnen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde ein Stromausfall simuliert und geprüft, ob das Gerät unbeschädigt bleibt und nach Wiedereinschalten der Stromversorgung wieder messbereit ist.

6.4 Auswertung

Da die Messgeräte zum Betrieb weder Betriebs-, noch Kalibriergase benötigen, ist ein unkontrolliertes Ausströmen von Gasen nicht möglich.

Im Falle eines Netzausfalles startet die Messeinrichtung mit Erreichen der nächsten vollen Stunde selbstständig den nächsten Messzyklus und somit wieder den Messbetrieb (siehe unter Punkt 6.1 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten).

6.5 Bewertung

Alle Geräteparameter sind gegen Verlust durch Pufferung geschützt.
Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig den Messbetrieb nach Erreichen der nächsten vollen Stunde wieder fort.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.16 Gerätefunktionen

Die wesentlichen Gerätefunktionen müssen durch telemetrisch übermittelbare Statussignale zu überwachen sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Modem, PC zur Datenerfassung (RS 232-Host-Gerät).

6.3 Durchführung der Prüfung

An die Messeinrichtung wurde ein Modem angeschlossen. Mittels Datenfernübertragung wurden u. a. die Statussignale des Gerätes erfasst.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung. Es stehen eine Reihe von Lese-, Schreib- und Steuerbefehlen zur Verfügung. Eine vollständige Übersicht enthält die die Bedienungsanleitung zur Messeinrichtung.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtungen können über ein Modem von einem externen Rechner aus umfassend überwacht und gesteuert werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.17 Umschaltung

Die Umschaltung zwischen Messung und Funktionskontrolle und/oder Kalibrierung muss telemetrisch durch rechnerseitige Steuerung und manuell auslösbar sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung kann durch den Bediener am Gerät oder aber durch die telemetrische Fernbedienung überwacht sowie teilweise gesteuert werden. Die internen Überprüfungen von Null- und Referenzpunkt sind integraler Bestandteil jedes Messzyklus und müssen daher im laufenden Betrieb lediglich über den Druckerausgang aufgezeichnet werden.

Einige Funktionen wie z.B. die Durchführung des umfassenden Selbsttests der Messeinrichtung können nur am Gerät direkt ausgelöst werden.

6.4 Auswertung

Alle Bedienprozeduren können sowohl vom Bedienpersonal am Gerät, als auch durch telemetrische Fernbedienung überwacht werden. Die internen Überprüfungen von Null- und Referenzpunkt sind integraler Bestandteil jedes Messzyklus und müssen daher im laufenden Betrieb lediglich über den Druckerausgang aufgezeichnet werden.

6.5 Bewertung

Grundsätzlich können alle notwendigen Arbeiten zur Funktionskontrolle und Kalibrierung direkt am Gerät oder aber per telemetrischer Fernbedienung überwacht werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.18 Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit der Messeinrichtung muss mindestens 90 % betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Start- und Endzeitpunkt der Verfügbarkeitsuntersuchungen werden durch den Start- bzw. Endzeitpunkt an jedem der drei Feldteststandorte bestimmt. Dazu werden alle Unterbrechungen der Prüfung, z. B. durch Störungen oder Wartungsarbeiten erfasst.

6.4 Auswertung

Tabelle 18 und Tabelle 19 zeigen eine Aufstellung der Betriebs-, Wartungs- und Störungszeiten. Die Messeinrichtungen wurden im Feldtest über einen Zeitraum von 147 Messtagen betrieben. Ausfälle durch externe Einflüsse, die nicht dem Gerät angelastet werden können, wurden am 28.07.2006 und 29.07.2006 (48 h wegen Stromausfall) sowie am 30.08.2006 (24 h wegen Einbau eines Stromzählers) verzeichnet. Dadurch reduziert sich die Gesamtbetriebszeit auf 144 Messtage.

Die regelmäßige Pflege der Probenahmeköpfe im Wartungsintervall (ca. alle 4 Wochen, 5 mal in der Prüfung), der Wechsel des Filterbandes (ca. alle 2 Monate, 2 mal in der Prüfung) sowie die Überprüfung der Durchflussraten vor den Feldteststandorten Titz-Rödingen und Köln, Frankfurter Str. führten jeweils zu Ausfällen von weniger als 1 h pro Gerät (insgesamt 9 mal). Diese wurden pro Termin als Ausfallzeit von 1 h gewertet, allerdings bei Bildung der jeweiligen Tagesmittelwerte nicht berücksichtigt. Lediglich am 14.02.2006 wurde am Standort Köln, Parkplatzgelände für die notwendigen Arbeiten aus organisatorischen Gründen ein Zeitraum von mehr als 1 h benötigt und die Messwerte von diesem Tag daher komplett verworfen. Dieser 24-stündige Ausfall ist allerdings nicht dem Gerät anzulasten, sondern ist durch die Organisation und Durchführung der Prüfungen selbst begründet.

Es wurden keine Gerätestörungen beobachtet.

6.5 Bewertung

Die Verfügbarkeit betrug für beide Geräte 99,7 % ohne prüfungsbedingte Ausfälle, bzw. 99,0 % inkl. prüfungsbedingter Ausfälle.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 18: Ermittlung der Verfügbarkeit (ohne prüfungsbedingte Ausfälle)

		Gerät 1 (SN 4924)	Gerät 2 (SN 4925)
Einsatzzeit	h	3456	3456
Ausfallzeit	h	-	-
Wartungszeit	h	10	10
Tatsächliche Betriebszeit	h	3446	3446
Verfügbarkeit	%	99,7	99,7

Tabelle 19: Ermittlung der Verfügbarkeit (inkl. prüfungsbedingte Ausfälle)

		Gerät 1 (SN 4924)	Gerät 2 (SN 4925)
Einsatzzeit	h	3456	3456
Ausfallzeit	h	-	-
Wartungszeit	h	9 + 24	9 + 24
Tatsächliche Betriebszeit	h	3423	3423
Verfügbarkeit	%	99,0	99,0

6.1 5.2.19 Konverterwirkungsgrad

Bei Messeinrichtungen mit einem Konverter muss dessen Wirkungsgrad mindestens 95 % betragen.

Gemäß der Richtlinie VDI 4203 Blatt 3 Punkt 5.3 ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen mit Vorabscheidung mit physikalischer Messmethode zur Massenbestimmung nicht relevant.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? entfällt

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.2.20 Wartungsintervall

Das Wartungsintervall der Messeinrichtung ist zu ermitteln und anzugeben. Das Wartungsintervall sollte möglichst 28 Tage, muss jedoch mindestens 14 Tage betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Bei dieser Mindestanforderung wurde untersucht, welche Wartungsarbeiten in welchen Zeitabständen für eine einwandfreie Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung erforderlich sind. Weiterhin wurden die Ergebnisse der Driftbestimmung für Null- und Referenzpunkt gemäß Module 5.2.9 bzw. Modul 5.2.10 zur Ermittlung des Wartungsintervalls berücksichtigt.

6.4 Auswertung

Es konnten für die Messeinrichtungen in einem Zeitraum von 4 Wochen keine unzulässigen Driften festgestellt werden. Das Wartungsintervall wird daher durch die anfallenden Wartungsarbeiten bestimmt. Um eine einwandfreie Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung zu garantieren, sollten spätestens alle 4 Wochen alle Gerätefunktionen überprüft werden (siehe hierzu auch Modul 4.1.2).

Innerhalb der Betriebszeit kann die Wartung im Wesentlichen auf die Kontrolle von Verschmutzungen, Plausibilitätschecks und etwaigen Status-/Fehlermeldungen beschränkt werden.

6.5 Bewertung

Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 4 Wochen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die notwendigen Wartungsarbeiten können dem Modul 4.1.2 dieses Berichtes und dem Kapitel 10 des Bedienhandbuchs entnommen werden.

6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit

Die erweiterte Messunsicherheit der Messeinrichtung ist zu ermitteln. Dieser ermittelte Wert darf die Vorgaben der EU-Tochterrichtlinien zur Luftqualität [G11 bis G13] nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die erweiterte Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung wurde für Einzelwerte im Bereich der Konzentration des Kurzzeitimmissionsgrenzwertes und für Mittelwerte im Bereich der Konzentrationen des Langzeitimmissionsgrenzwertes ermittelt. Die in der Eignungsprüfung ermittelten Verfahrensgrößen (Labortest und Feldtest mit US-Probenahmekopf) der Messeinrichtungen wurde zusammengestellt.

6.4 Auswertung

Die erweiterte Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung wurde gemäß VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, Anhang C [1] ermittelt.

Bewertung

Zur Berechnung der erweiterten Messunsicherheiten wurden die Einzelergebnisse zu den jeweiligen Prüfpunkten zusammenfassend bewertet. Soweit aus den einzelnen Untersuchungen mehrere unabhängige Ergebnisse zur Verfügung standen, wurde der jeweils ungünstigste Wert eingesetzt.

Die Gesamtunsicherheiten ergaben sich zu 7,23 % bzw. 7,89 % für U(c) und 7,44 % bzw. 8,28 % für $U(\bar{c})$.

Einzelwerte können Tabelle 20 bis Tabelle 23 entnommen werden. Die erreichten Werte liegen alle unterhalb der in der geforderten Gesamtunsicherheiten von 25 %.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 20: Erweiterte Messunsicherheit U(c) für die Messeinrichtung SN 4924 Bezugswert: 50 µg/m³

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 4924	**Anforderung**	**Ergebnis**		**Unsicherheit u**	**Quadrat der Unsicherheit u²**
				µg/m³	(µg/m³)²
Reproduzierbarkeit	≥ 10	20		1,00	1,00
Vertrauensbereich Cl_{95} nach EN 12341	≤ 5 µg/m³	2,23	µg/m³	1,29	1,66
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	≤ 2 µg/m³	0,70	µg/m³	0,40	0,16
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	≤ 5 % von B1	0,04	µg/m³	0,02	0,00
Drift am Nullpunkt	≤ 2 µg/m³	0,38	µg/m³	0,22	0,05
Drift des Messwertes	≤ 5 % von B1	0,17	µg/m³	0,10	0,01
Netzspannung (Messwert)	≤ 2 µg/m³	0,08	µg/m³	0,05	0,00
Querempfindlichkeiten	≤ 6 µg/m³	0,40	µg/m³	0,23	0,05
Unsicherheit des Prüfstandards	≤ 1 µg/m³	1,00	µg/m³	0,58	0,33
				Σu²	3,27
				U(c) = 2u(c)	3,62
				U(c) / Bezug	7,23

Tabelle 21: Erweiterte Messunsicherheit U(c) für die Messeinrichtung SN 4925 Bezugswert: 50 µg/m³

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 4925	**Anforderung**	**Ergebnis**		**Unsicherheit u**	**Quadrat der Unsicherheit u²**
				µg/m³	(µg/m³)²
Reproduzierbarkeit	≥ 10	20		1,00	1,00
Vertrauensbereich Cl_{95} nach EN 12341	≤ 5 µg/m³	2,23	µg/m³	1,29	1,66
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	≤ 2 µg/m³	0,30	µg/m³	0,17	0,03
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	≤ 5 % von B1	0,08	µg/m³	0,05	0,00
Drift am Nullpunkt	≤ 2 µg/m³	0,69	µg/m³	0,40	0,16
Drift des Messwertes	≤ 5 % von B1	-0,01	µg/m³	-0,01	0,00
Netzspannung (Messwert)	≤ 2 µg/m³	-0,04	µg/m³	-0,02	0,00
Querempfindlichkeiten	≤ 6 µg/m³	1,46	µg/m³	0,84	0,71
Unsicherheit des Prüfstandards	≤ 1 µg/m³	1,00	µg/m³	0,58	0,33
				Σu²	3,89
				U(c) = 2u(c)	3,95
				U(c) / Bezug	7,89

Tabelle 22: Erweiterte Messunsicherheit U ($\bar{c}$) für die Messeinrichtung SN 4924 Bezugswert: 40 µg/m³

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 4924	**Unsicherheit (Einzelwert)**	**Zeitbasis**	**Anzahl nk**	**Quadrat der Unsicherheit (Mittelwert)**
				(µg/m³)²
Reproduzierbarkeit	1,00	24 Stunden	365	0,003
Vertrauensbereich CI_{95} nach EN 12341	1,29	1 Jahr	1	1,658
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	0,40	1 Jahr	1	0,163
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	0,02	1 Jahr	1	0,001
Drift am Nullpunkt	0,22	1 Woche	52	0,001
Drift des Messwertes	0,10	1 Woche	52	0,000
Netzspannung (Messwert)	0,05	1 Jahr	1	0,002
Querempfindlichkeiten	0,23	1 Jahr	1	0,053
Unsicherheit des Prüfstandards	0,58	1 Jahr	1	0,333
			$\Sigma u_m^2(c_k)$	2,214
			$U(\bar{c}) = 2u(\bar{c})$	2,98
			$\frac{U(\bar{c})}{\text{Bezug}}$	7,44

Tabelle 23: Erweiterte Messunsicherheit U ($\bar{c}$) für die Messeinrichtung SN 4925 Bezugswert: 40 µg/m³

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 4925	**Unsicherheit (Einzelwert)**	**Zeitbasis**	**Anzahl nk**	**Quadrat der Unsicherheit (Mittelwert)**
				(µg/m³)²
Reproduzierbarkeit	1,00	24 Stunden	365	0,003
Vertrauensbereich CI_{95} nach EN 12341	1,29	1 Jahr	1	1,658
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	0,17	1 Jahr	1	0,030
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	0,05	1 Jahr	1	0,002
Drift am Nullpunkt	0,40	1 Woche	52	0,003
Drift des Messwertes	-0,01	1 Woche	52	0,000
Netzspannung (Messwert)	-0,02	1 Jahr	1	0,001
Querempfindlichkeiten	0,84	1 Jahr	1	0,711
Unsicherheit des Prüfstandards	0,58	1 Jahr	1	0,333
			$\Sigma u_m^2(c_k)$	2,740
			$U(\bar{c}) = 2u(\bar{c})$	3,31
			$\frac{U(\bar{c})}{\text{Bezug}}$	8,28

6.1 5.3.1 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems

Für das PM_{10}-Probenahmesystem ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren nach DIN EN 12 341 [T5] nachzuweisen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für diesen Prüfpunkt kamen zusätzlich die Geräte entsprechend Punkt 5 des vorliegenden Berichts zum Einsatz.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest an mehreren Standorten gemäß Punkt 4 des vorliegenden Berichtes durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten und unterschiedlich hohe PM10 Konzentrationen berücksichtigt.

Es wurden an jedem Standort mindestens 15 valide Wertepaare ermittelt.

Die Felduntersuchungen an drei verschiedenen Standorten erfolgten mit einem US-PM10-Probenahmekopf (BX-802). Nach Abschluss dieser Untersuchungen, wurden die Prüflinge am Standort „Köln, Frankfurter Str." zusätzlich noch mit einem EU-PM10-Probenahmekopf (BX-809) betrieben und gesondert ausgewertet. Ziel dieser zusätzlichen Untersuchung war der Nachweis, dass sich die mit den beiden verschiedenen Probenahmeköpfen erzielten Ergebnisse nicht signifikant voneinander unterscheiden und somit der Betrieb der Messeinrichtung grundsätzlich mit beiden Probenahmekopf-Typen möglich ist.

6.4 Auswertung

Forderung aus der DIN EN 12341:

Der errechnete funktionale Zusammenhang y = f(x) zwischen den mit dem Testgerät (y) und den mit dem Referenzgerät (x) gemessenen Konzentrationswerten soll durch einen beidseitigen Akzeptanzbereich begrenzt sein. Dieser Akzeptanzbereich ist gegeben durch:

$y = (x \pm 10)$ µg/m³ für Konzentrationsmittelwerte $\leq$ 100 µg/m³ und

y = 0,9x µg/m³ bzw. 1,1x µg/m³ für Konzentrationsmittelwerte > 100 µg/m³

Des Weiteren soll der Variationskoeffizient R^2 der berechneten Referenz-Äquivalenz-Funktion den Wert 0,95 nicht unterschreiten.

Die Prüfung richtet sich auf den funktionalen Zusammenhang zwischen den Konzentrationswerten, die durch Doppelbestimmungen mit dem Testgerät und dem Referenzgerät ermittelt wurden. Im Idealfall erfassen beide Geräte dieselbe Schwebstaubfraktion, so dass y = x gilt. Die Vorgehensweise bei der Auswertung ist wie folgt:

Es wurde eine lineare Regressionsanalyse aus den Messdaten für alle drei Standorte einzeln sowie nach Zusammenfassung aller Messdaten, für alle drei Standorte zusammen durchgeführt.

Man erhält für jeden Messwert y_i des jeweiligen Testgerätes und der mit dem Referenzgerät gemessenen Konzentration x – beide in µg/m³ - eine Referenz-Äquivalenz-Funktion entsprechend der allgemeinen Beziehung:

$$y_i = m \cdot x + b \qquad \text{mit i = Prüfling BAM-1020}$$

6.5 Bewertung

Die Referenz-Äquivalenzfunktionen liegen in den Grenzen des jeweiligen Akzeptanzbereiches. Weiterhin ist der Variationskoeffizient R^2 der berechneten Referenz-Äquivalenzfunktionen im betreffenden Konzentrationsbereich ≥ 0,95. Dies gilt auch für alle Einzelstandorte sowie für die zusätzliche Untersuchung mit dem EU-Probenahmekopf am Standort Köln, Frankfurter Str.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Ergebnisse der Regressionsanalysen sind in Tabelle 24 bis Tabelle 25 zusammengestellt. Die grafischen Darstellungen erfolgen in Abbildung 34 bis Abbildung 43. In den Diagrammen sind neben den Ausgleichsgeraden der beiden Testgeräte die als Idealfall anzusehende Kurve y = x und der beiderseitige Akzeptanzbereich eingezeichnet. Alle Einzelwerte für die Testgeräte und das Referenzgerät können, nach Standort getrennt, der Anlage 4 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 24: Ergebnisse der linearen Regressionsanalyse der Messungen mit dem Testgerät SN 4924 an den drei Standorten

SN 4924	Anzahl Werte N	Steigung m	Ordinaten abschnitt b	R^2
Köln, Parkplatzgelände	29	0,926	2,647	0,959
Titz-Rödingen	37	1,04	0,805	0,964
Köln, Frankfurter Str.	28	1,01	0,891	0,958
Gesamt	94	0,968	1,545	0,952
zusätzlich Köln, Frankfurter Str., EU-Kopf	26	1,022	0,449	0,947

Tabelle 25: Ergebnisse der linearen Regressionsanalyse der Messungen mit dem Testgerät SN 4925 an den drei Standorten

SN 4925	Anzahl Werte N	Steigung m	Ordinaten abschnitt b	R^2
Köln, Parkplatzgelände	29	0,972	3,081	0,969
Titz-Rödingen	37	1,04	1,716	0,963
Köln, Frankfurter Str.	28	1,009	0,284	0,962
Gesamt	94	0,987	2,250	0,958
zusätzlich Köln, Frankfurter Str., EU-Kopf	26	0,965	0,930	0,966

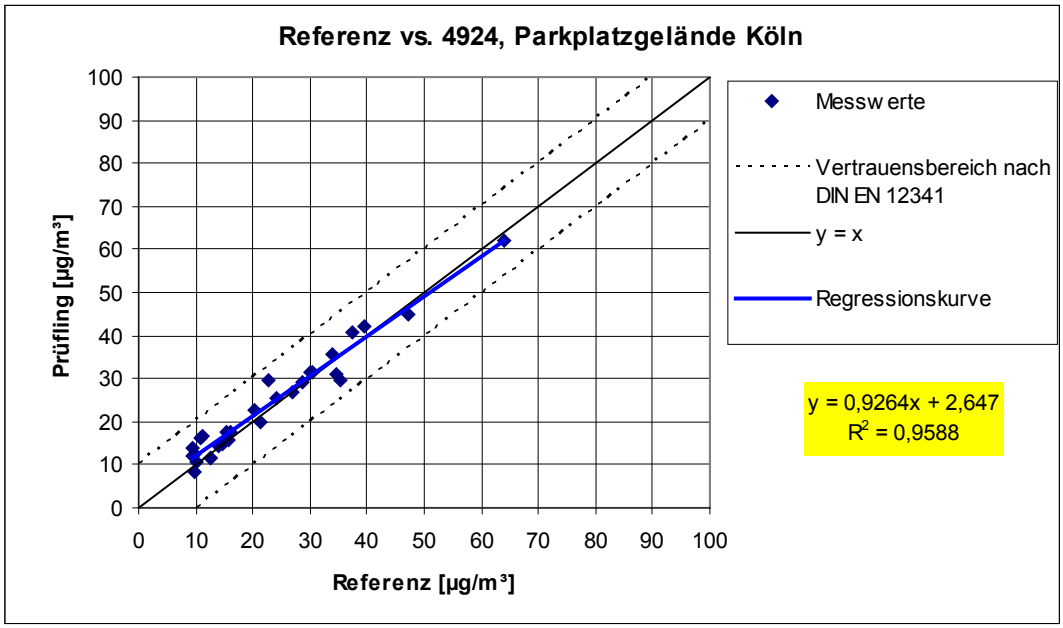


Abbildung 34: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4924, Standort Köln, Parkplatzgelände

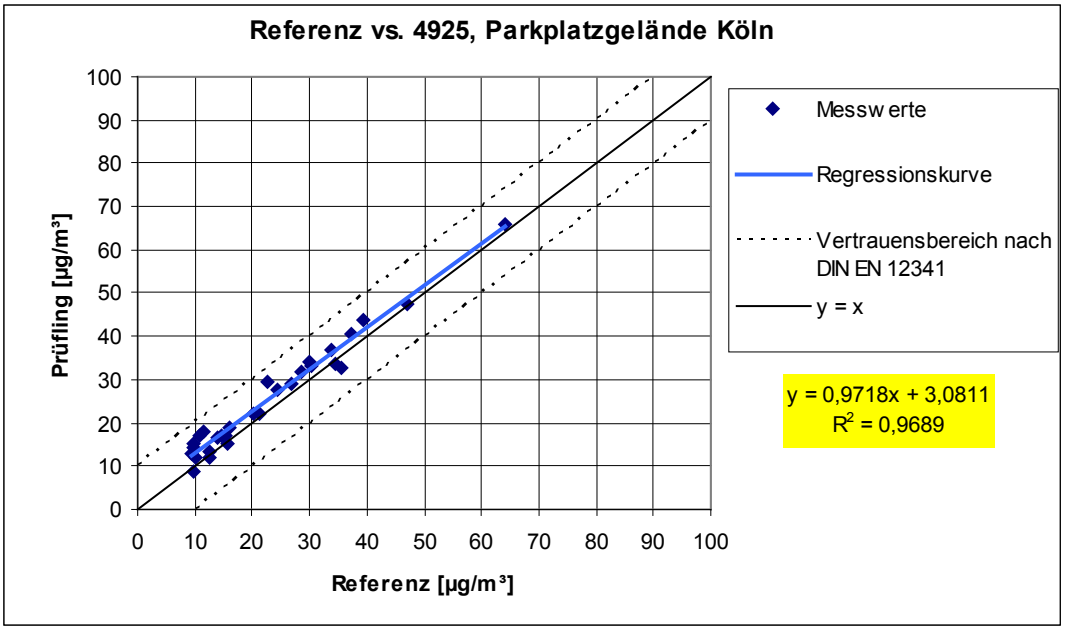


Abbildung 35: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4925, Standort Köln, Parkplatzgelände

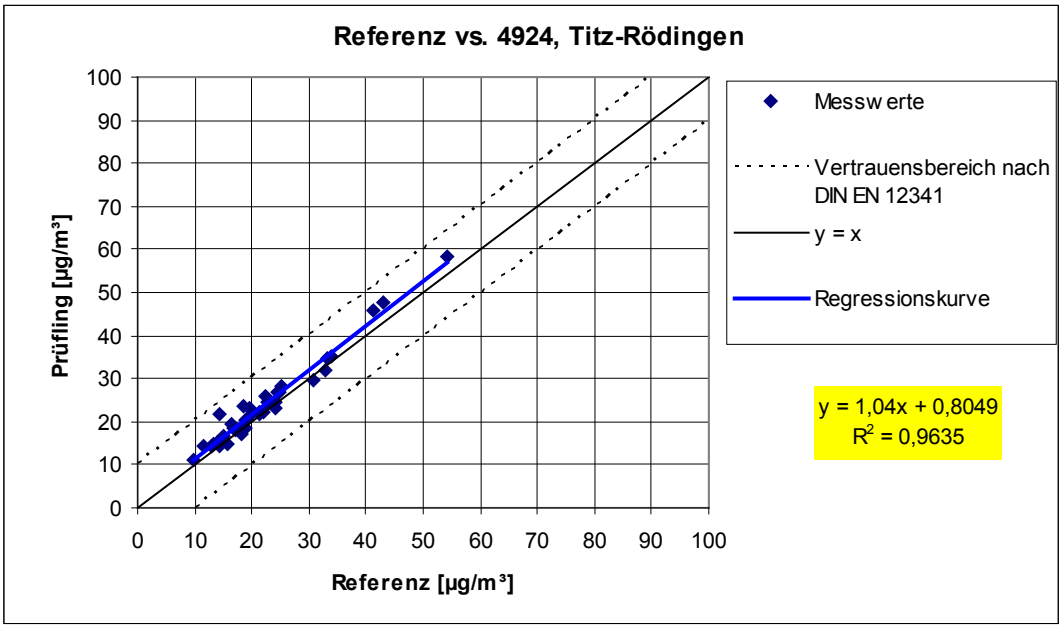


Abbildung 36: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4924, Standort Titz-Rödingen

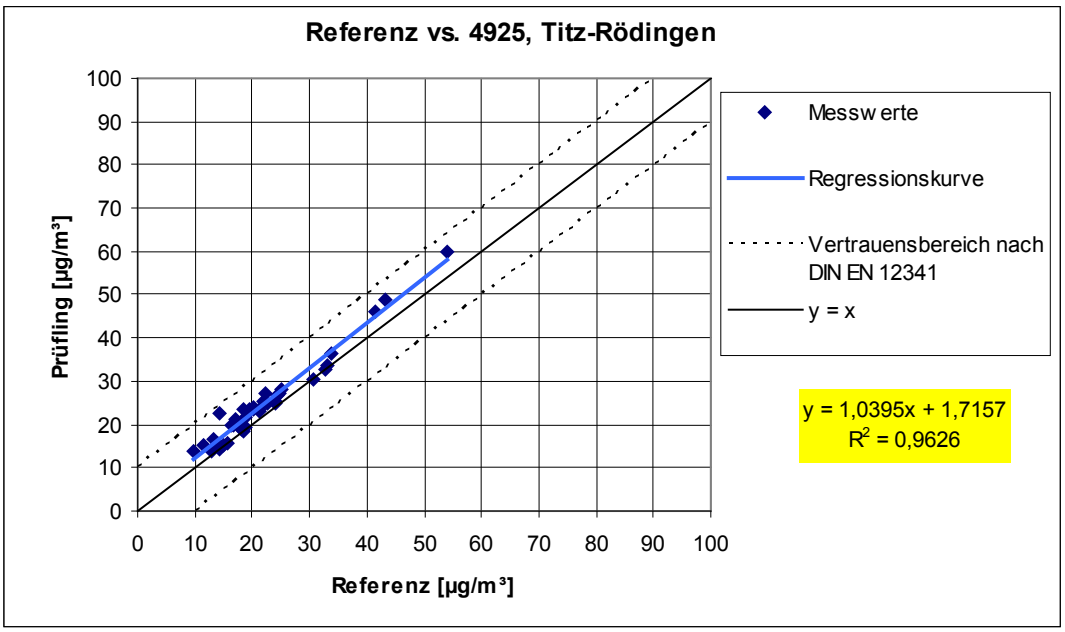


Abbildung 37: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4925, Standort Titz-Rödingen

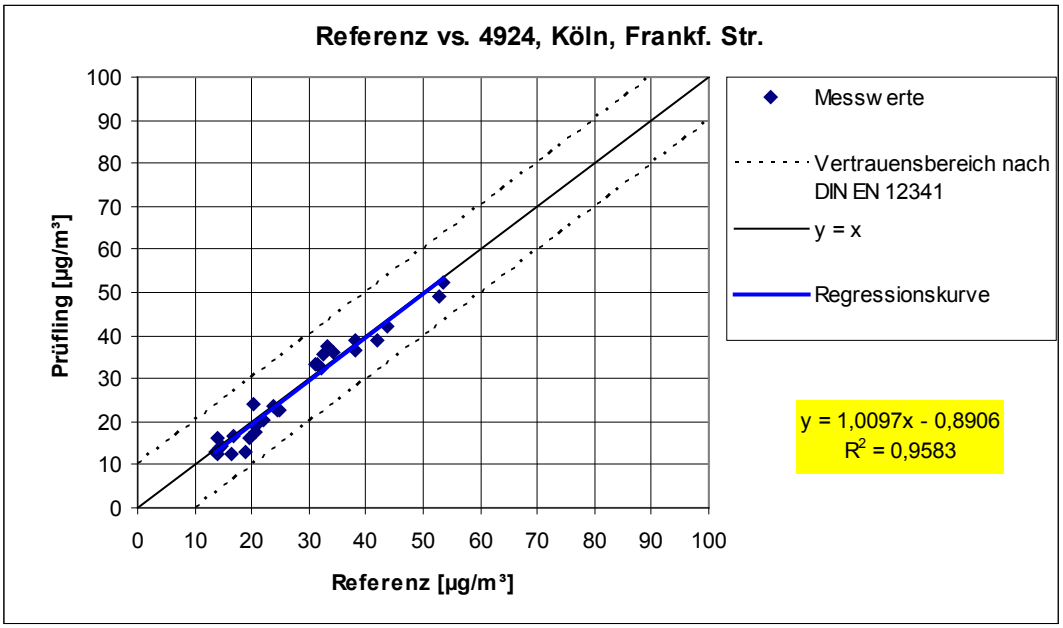


Abbildung 38: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4924, Standort Köln, Frankfurter Str.

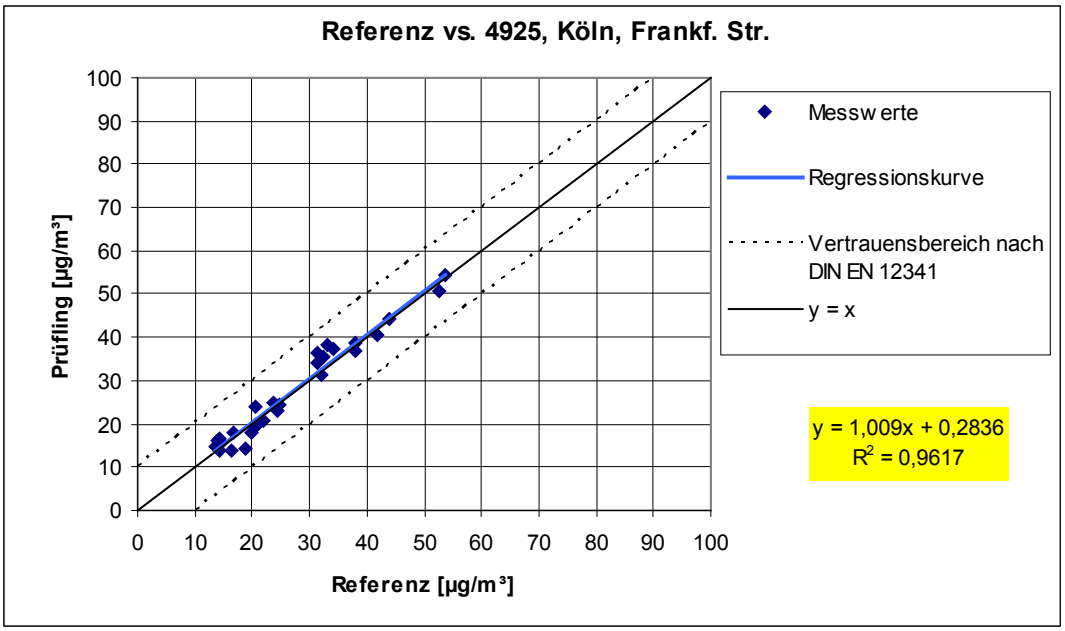


Abbildung 39: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4925, Standort Köln, Frankfurter Str.

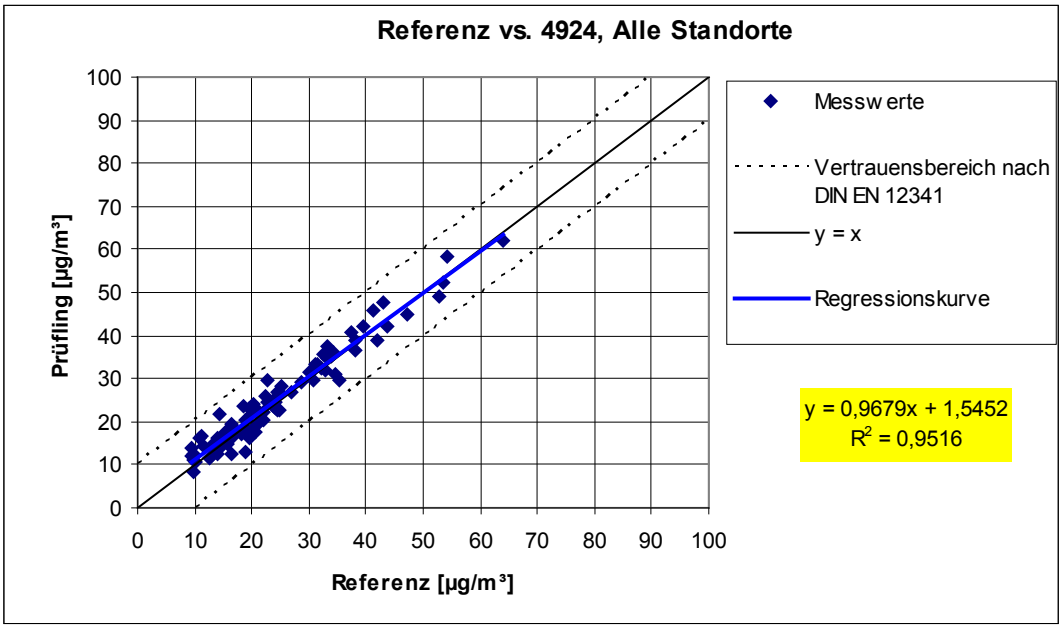


Abbildung 40: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4924, alle Standorte

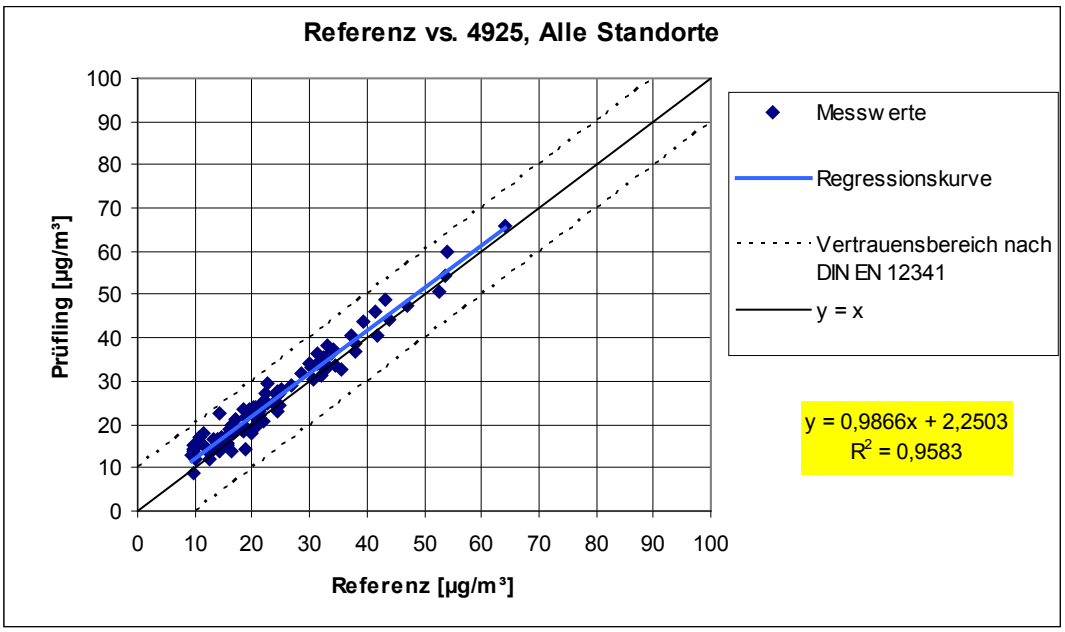


Abbildung 41: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4925, alle Standorte

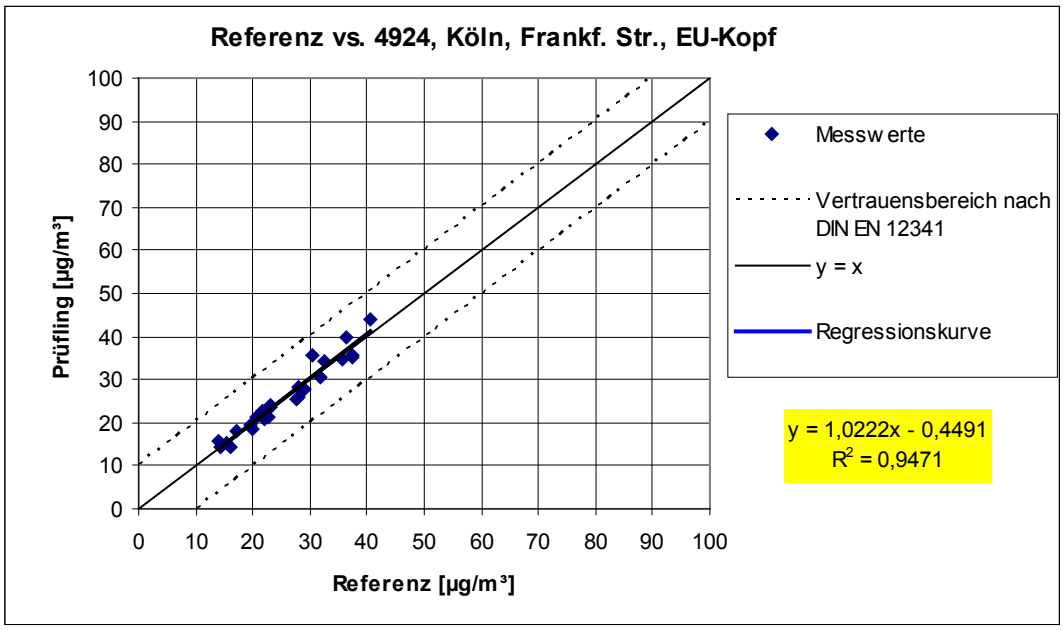


Abbildung 42: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4924, zusätzlich Standort Köln, Frankfurter Straße mit EU-Probenahmekopf

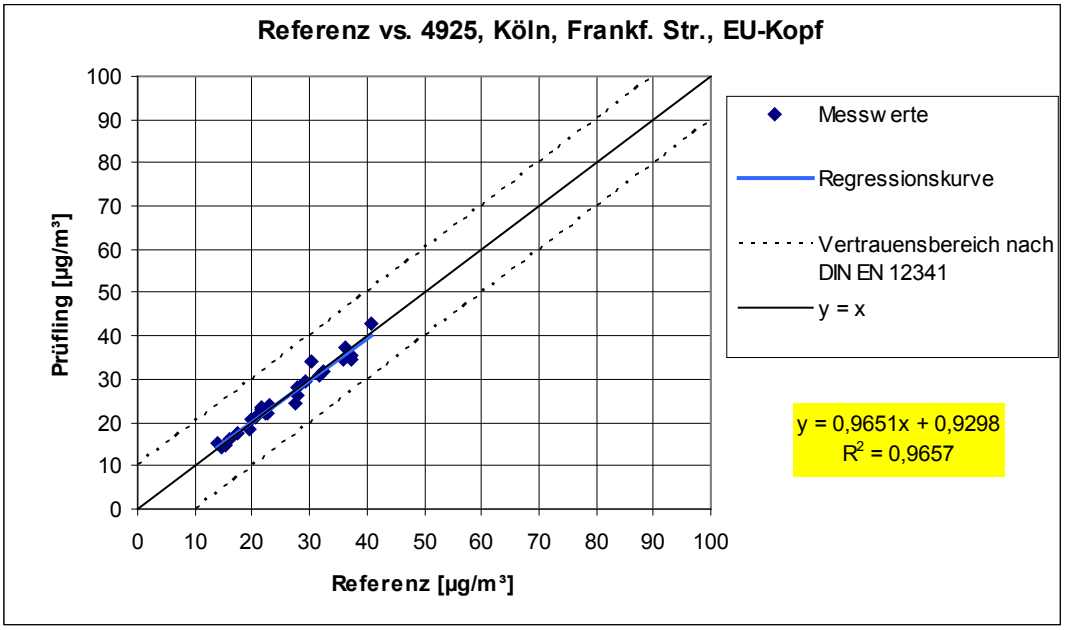


Abbildung 43: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4925, zusätzlich Standort Köln, Frankfurter Straße mit EU-Probenahmekopf

6.1 5.3.2 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme

Die PM_{10}-Probenahmesysteme zweier baugleicher Prüflinge müssen untereinander nach DIN EN 12 341 [T5] vergleichbar sein. Dies ist während des Feldtestes nachzuweisen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest an mehreren Standorten durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten und unterschiedlich hohe PM10 Konzentrationen sowie verschiedene Verhältnisse zwischen TSP und PM10 Anteil berücksichtigt.

Es wurden an jedem Standort mindestens 15 valide Wertepaare ermittelt.

Die Felduntersuchungen an drei verschiedenen Standorten erfolgten mit einem US-PM10-Probenahmekopf (BX-802). Nach Abschluss dieser Untersuchungen, wurden die Prüflinge am Standort „Köln, Frankfurter Str." zusätzlich noch mit einem EU-PM10-Probenahmekopf (BX-809) betrieben und gesondert ausgewertet. Ziel dieser zusätzlichen Untersuchung war der Nachweis, dass sich die mit den beiden verschiedenen Probenahmeköpfen erzielten Ergebnisse nicht signifikant voneinander unterscheiden und somit der Betrieb der Messeinrichtung grundsätzlich mit beiden Probenahmekopf-Typen möglich ist.

6.4 Auswertung

Der aus den mit den Testgeräten gemessenen Konzentrationsmittelwerten berechnete zweiseitige Vertrauensbereich Cl_{95} darf den Wert von 5 µg/m³ für Konzentrationsmittelwerte ≤ 100 µg/m³ und von 0,05 für Konzentrationsmittelwerte > 100 µg/m³ nicht überschreiten.

Der Nachweis der Vergleichbarkeit von Testgeräten konzentriert sich auf die Differenzen D_i der Konzentrationswerte Y_i der Testgeräte. Idealerweise sind beide Testgeräte gleich und erfassen demzufolge dieselbe Schwebstaubfraktion, so dass sich $D_i = 0$ ergibt. Die Vorgehensweise bei der Auswertung der Messdaten ist folgende:

Es werden zunächst die Konzentrationsmittelwerte Y_i aus den parallel mit den beiden Testgeräten gemessenen Konzentrationswerten berechnet. Im Anschluss daran werden die Konzentrationsmittelwerte Y_i in zwei getrennte Datensätze gespalten:

a) Datensatz mit $Y_i \leq 100$ µg/m³ mit der Anzahl der Wertepaare $n_{\leq}$ und
b) Datensatz mit $Y_i > 100$ µg/m³ mit der Anzahl der Wertepaare $n_{>}$

zu a):

Aus den Wertepaaren des Datensatzes mit $Y_i \leq 100$ µg/m³ wird die absolute Standardabweichung s_a berechnet:

$$s_a = \sqrt{(\sum D_i^2 / 2n_{\leq})}$$

Es wird der Studentfaktor $t_{f_{\leq};0,975}$, definiert als 0,975-Quantil des zweiseitigen 95%-Vertrauensberich der t-Verteilung nach Student mit $f_{\leq} = n_{\leq} - 2$ Freiheitsgraden herangezogen.

Der zweiseitige 95%-Vertrauensbereich CI_{95} für Konzentrationsmittelwerte ≤ 100 µg/m³ ergibt sich dann wie folgt:

$$CI_{95} = s_a \cdot t_{f_{\leq};0,975}$$

zu b):

Aus den Wertepaaren des Datensatzes mit Y_i > 100 µg/m³ wird die relative Standardabweichung s_r berechnet:

$$s_r = \sqrt{(\sum (D_i / Y_i)^2 / 2n_{>})}$$

Es wird wiederum der Student-Faktor $t_{f_{>};0,975}$, definiert als 0,975-Quantil des zweiseitigen 95%-Vertrauensbereiches der t-Verteilung nach Student mit $f_{>} = n_{>} - 2$ Freiheitsgraden herangezogen.

Der zweiseitige Vertrauensbereich CI_{95} für Konzentrationsmittelwerte > 100 µg/m³ ergibt sich dann wie folgt:

$$CI_{95} = s_r \cdot t_{f_{>};0,975}$$

Während der Felduntersuchungen wurden keine Konzentrationswerte > 100 µg/m³ gemessen. Eine statistische Auswertung für diesen Konzentrationsbereich ist aus diesem Grund nicht möglich. Somit entfällt die Betrachtung gemäß b).

6.5 Bewertung

Es gilt für alle untersuchten Standorte:

Der zweiseitige Vertrauensbereich CI_{95} liegt mit maximal 2,54 µg/m³ unterhalb des geforderten Wertes von 5 µg/m³. Dies gilt auch für alle Einzelstandorte sowie für die zusätzliche Untersuchung mit dem EU-Probenahmekopf am Standort Köln, Frankfurter Str.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 26 führt die berechneten Werte für die Standardabweichung s_a und den zweiseitigen Vertrauensbereich CI_{95} auf. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 44 bis Abbildung 48. In den Diagrammen ist neben der Ausgleichsgerade der beiden Testgeräte (ermittelt durch lineare Regressionsanalyse) die als Idealfall anzusehende Kurve y = x und der beiderseitige Akzeptanzbereich eingezeichnet. Alle Einzelwerte für die Testgeräte können der Anlage 4 entnommen werden.

Tabelle 26: Zweiseitiger 95%-Vertrauensbereich CI_{95} für die Testgeräte SN 4924 und SN 4925

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Standard-abweichung s_a	Student-Faktor t_f	Vertrauens-bereich CI_{95}
SN			µg/m³		µg/m³
4924 / 4925	Köln, Parkplatz	52	1,27	2,009	2,54
4924 / 4925	Titz-Rödingen	37	0,93	2,030	1,89
4924 / 4925	Köln, Frankf. Str.	28	1,07	2,056	2,21
4924 / 4925	Gesamt	117	1,12	1,981	2,23
4924 / 4925	zusätzlich Köln, Frankf. Str. EU-Kopf	26	0,80	2,064	1,65

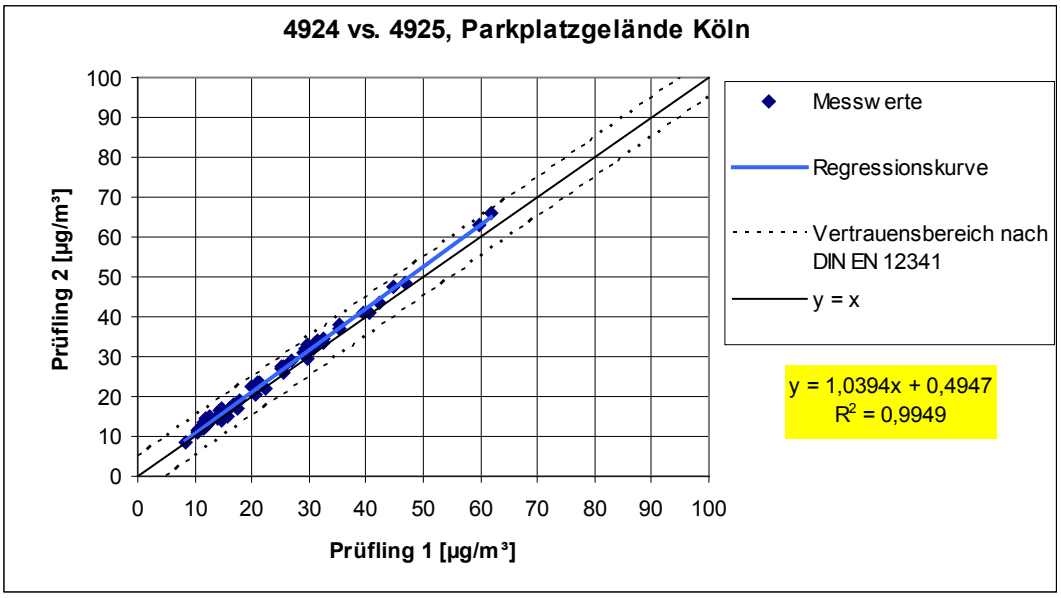


Abbildung 44: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, Standort Köln, Parkplatzgelände

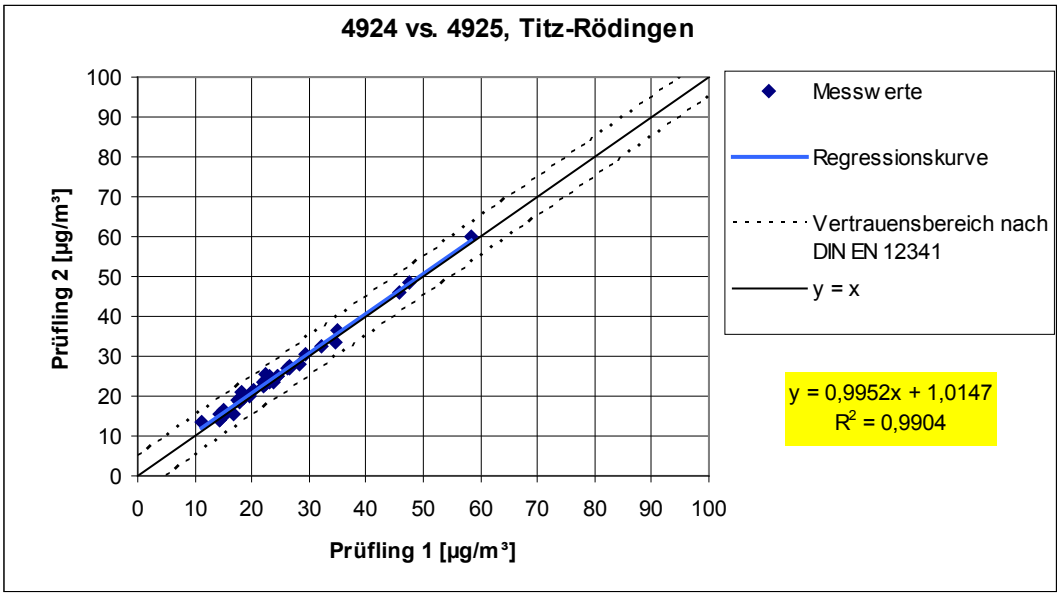


Abbildung 45: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, Standort Titz-Rödingen

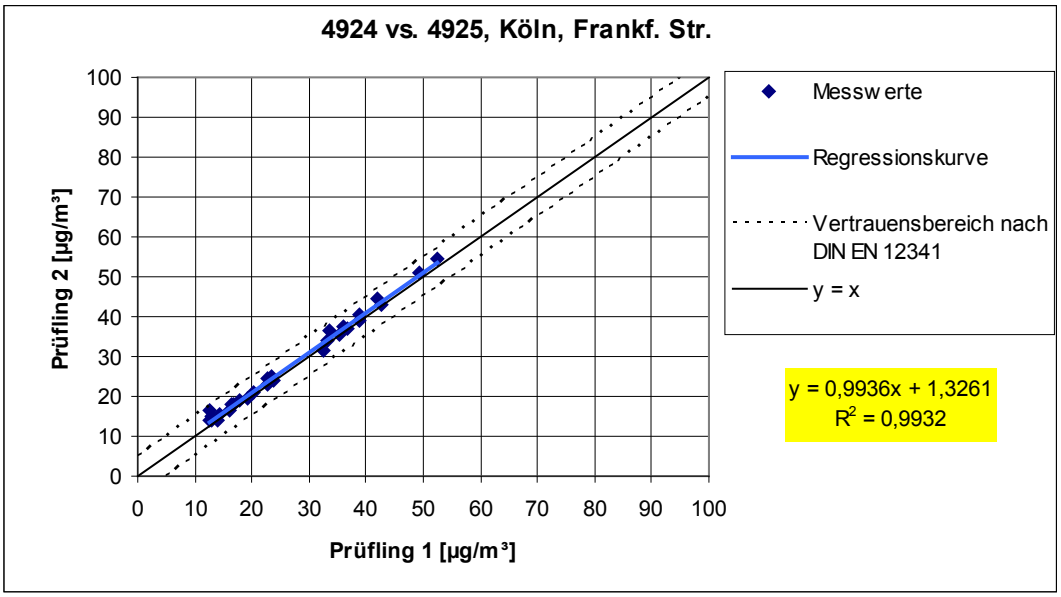


Abbildung 46: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, Standort Köln, Frankfurter Straße

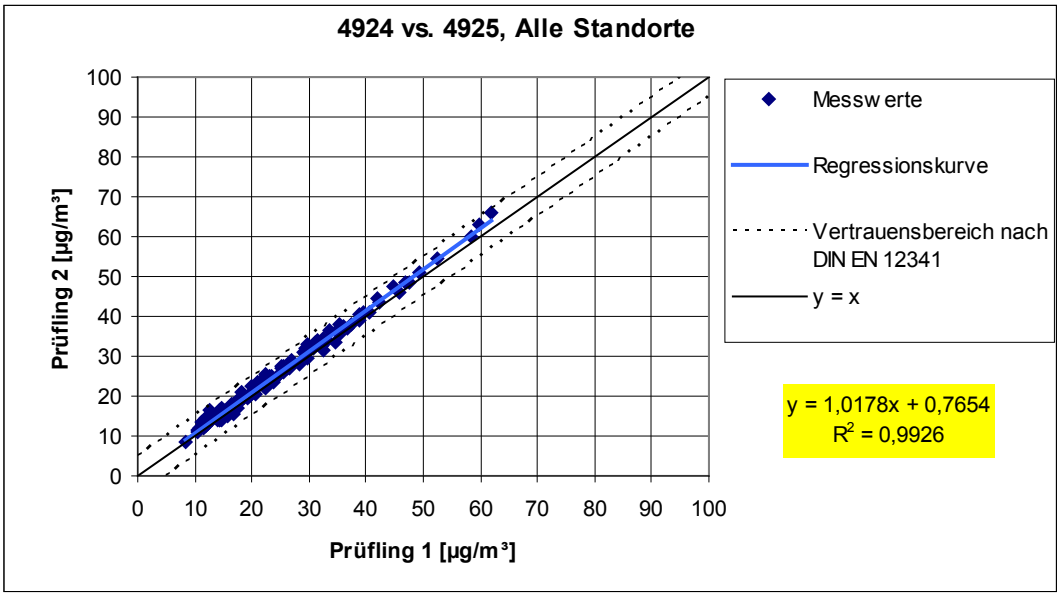


Abbildung 47: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, alle Standorte

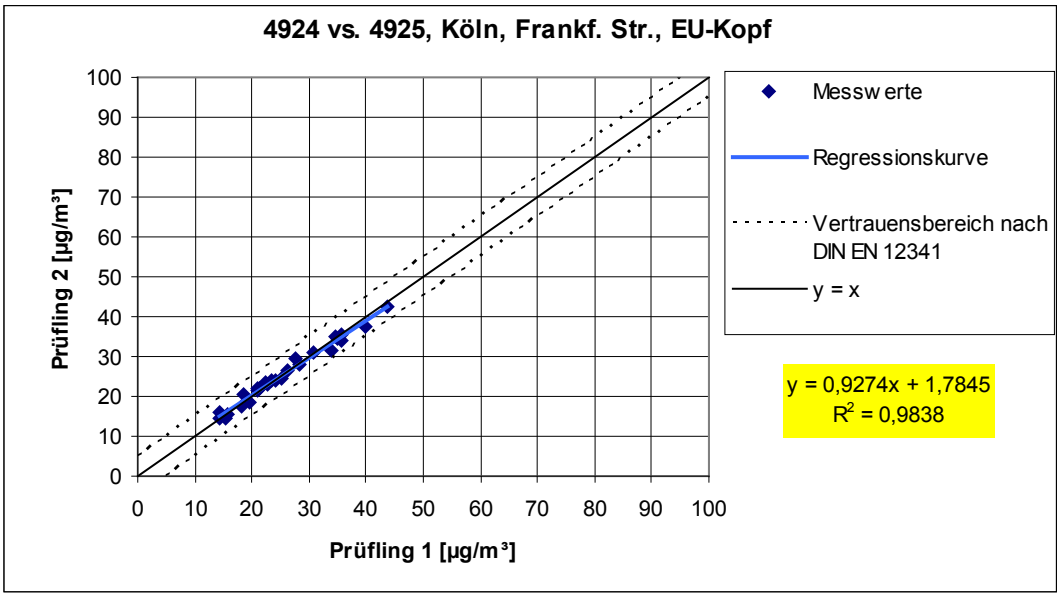


Abbildung 48: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, zusätzlich Standort Köln, Frankfurter Straße mit EU-Probenahmekopf

6.1 5.3.3 Kalibrierung

Die PM_{10}-Prüflinge sind im Feldtest mit einem Referenzverfahren nach DIN EN 12341 [T5] durch Vergleichsmessungen zu kalibrieren. Hierbei ist der Zusammenhang zwischen dem Messsignal und der gravimetrisch bestimmten Referenzkonzentration als stetige Funktion zu ermitteln.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen können dem Modul 5.2.3 entnommen werden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Siehe Modul 5.2.3.

6.3 Durchführung der Prüfung

Siehe Modul 5.2.3.

6.4 Auswertung

Siehe Modul 5.2.3.

6.5 Bewertung

Siehe Modul 5.2.3.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe Modul 5.2.3.

6.1 5.3.4 Querempfindlichkeit

Der Störeinfluss durch die im Messgut enthaltene Feuchte darf im Bereich von B_1 nicht mehr als 10 % von B_1 betragen. Ist das Probenahmerohr beheizt, muss die Vergleichbarkeit zum gravimetrischen Referenzverfahren bei der angegebenen Temperatur nachgewiesen werden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht notwendig.

6.3 Durchführung der Prüfung

Auf eine Ermittlung des Störeinflusses durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte unter Laborbedingungen wurde verzichtet, da eine Prüfung am Nullpunkt zu keiner belastbaren Aussage führte und am Referenzpunkt (im Bereich von B1) nicht gesichert durchführbar ist.

Alternativ wurden aus den Felduntersuchungen für Tage mit einer relativen Feuchte > 70 % die Differenzen zwischen dem ermittelten Referenzwert (=Sollwert) und dem Messwert des jeweiligen Prüfling errechnet und die mittlere Differenz als konservative Abschätzung für den Störeinfluss durch die im Messgut enthaltene Feuchte angesetzt.

Zusätzlich wurden aus den Felduntersuchungen für Tage mit einer relativen Feuchte > 70 % die Referenz-Äquivalenzfunktionen für beide Testgeräte bestimmt.

Die Untersuchungen auf Basis des Feldversuchs wurden auf die mit dem US-Probenahmekopf gewonnenen Messdaten beschränkt.

Während der gesamten Felduntersuchungen war die Probenahmeheizung BX-830 aktiviert.

Die Steuerung der Heizung erfolgte ausschließlich über die Regelgröße relative Feuchte RH am Filterband (Werkseinstellung: 45 %)

6.4 Auswertung

Es wurde aus den Felduntersuchungen für Tage mit einer relativen Feuchte > 70 % die mittlere Differenz zwischen dem ermittelten Referenzwert (=Sollwert) und dem Messwert des jeweiligen Prüfling errechnet und die relative Abweichung zur mittleren Konzentration ermittelt.

Bezugswert: VDI: B_1 = 40 µg/m³ 10 % von B_1 = 4 µg/m³

Es wurde weiterhin untersucht, ob die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren gemäß Richtlinie DIN EN 12341 auch für den Fall, dass die Messwerte an Tagen mit einer relativen Feuchte > 70 % gewonnen wurden, gegeben ist.

6.5 Bewertung

Es konnte kein Störeinfluss > 1,46 µg/m³ Abweichung vom Sollwert durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte auf das Messsignal festgestellt werden. Während des Feldtestes konnten bei wechselnden relativen Luftfeuchten und aktiviertem Heizsystem kein negativer Einfluss auf die Messwerte beobachtet werden. Die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren gemäß Richtlinie DIN EN 12341 ist auch für Tage mit einer relativen Luftfeuchte > 70 % gegeben.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 27 zeigt eine zusammenfassende Darstellung.

Tabelle 27: Abweichung zwischen Referenzmessung und Prüfling an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 %

Feldtest, Tage mit relativer Feuchte > 70 %				
		Referenz	SN 4924	SN 4925
Mittelwert	µg/m³	22,7	23,1	24,2
Abweichung zu Mittelwert Referenz in µg/m³	µg/m³	-	0,4	1,46
Abweichung in % von Mittelwert Referenz	%	-	1,7	6,4
Abweichung in % von B1	%	-	1,0	3,6

Einzelwerte können den Anlagen 4 und 5 im Anhang entnommen werden.

Die grafische Darstellung der Messwerte an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 % erfolgt in Abbildung 49 und in Abbildung 50. Einzelwerte können den Anlagen 4 und 5 im Anhang entnommen werden.

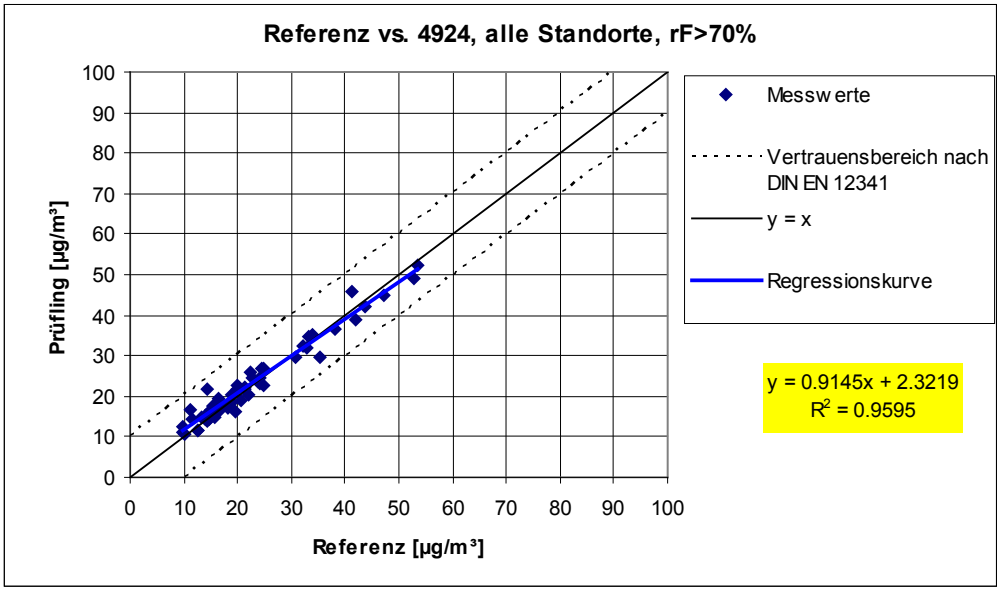


Abbildung 49: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4924, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte

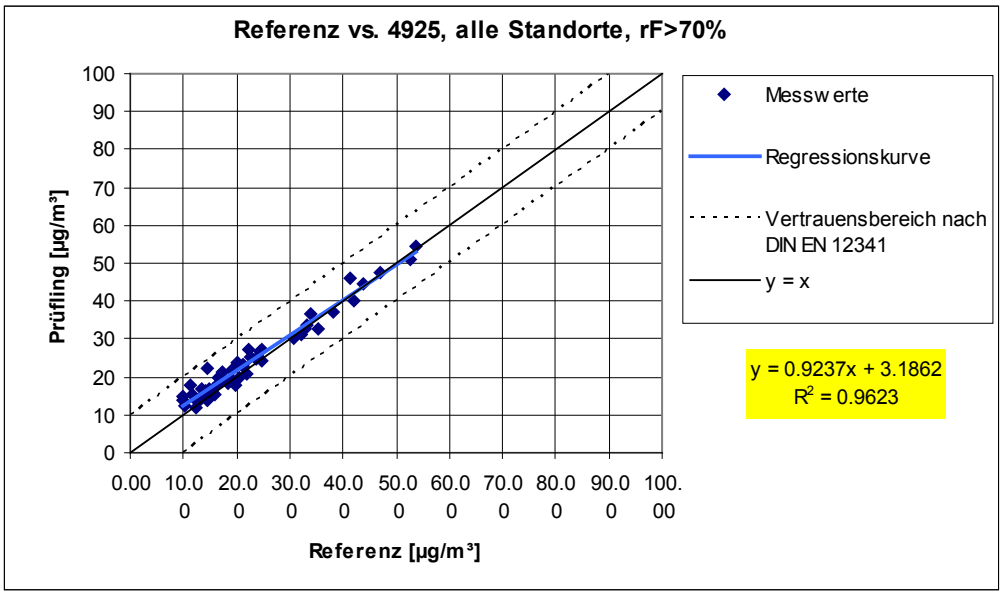


Abbildung 50: Referenz-Äquivalenzfunktion SN 4925, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte

6.1 5.3.5 Tagesmittelwerte

Die Messeinrichtung muss die Bildung von 24 h-Mittelwerten ermöglichen. Bei Filterwechseln darf die hierfür insgesamt benötigte Zeit nicht mehr als 1 % der Mittelungszeit betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung wurde zusätzlich eine Uhr bereitgestellt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde geprüft, ob die Messeinrichtung die Bildung eines Tagesmittelwertes ermöglicht. Der Zeitbedarf für den Filterwechsel wurde ermittelt.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung arbeitet standardmäßig mit einem Messzyklus von 60 min. Nach jedem Messzyklus wird das Filterband um eine Position weiter geschoben. Die Daten jedes Messzyklus werden gespeichert und stehen dem Anwender zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung. Darüber hinaus ermöglicht die Messeinrichtung die Bildung eines 24-h-Mittelwertes, der über die serielle Schnittstelle im Tagesprotokoll ausgegeben wird.

Im Rahmen der Eignungsprüfung war eine Zykluszeit von 60 min eingestellt mit einem Zeitbedarf für die radiometrische Messung von jeweils 4 min.

Die Zykluszeit setzt sich daher zusammen aus 2 x 4 min für die radiometrische Messung (I_0 & I_3) sowie ca. 1-2 min für Filterbandbewegungen. Die Sammelzeit beträgt damit pro Stunde ca. 51 min.

Die verfügbare Probenahmezeit pro Messzyklus liegt damit bei ca. 85 % der Gesamtzykluszeit. Die Ergebnisse aus den Felduntersuchungen gemäß Punkt 6.1 5.3.1 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems aus diesem Bericht zeigen, dass bei dieser Gerätekonfiguration die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren sicher nachgewiesen werden konnte und die Bildung von Tagesmittelwerten damit gesichert möglich ist.

6.5 Bewertung

Mit der beschriebenen Gerätekonfiguration und einem Messzyklus von 60 min, ist die Bildung von validen Tagesmittelwerten auf Basis der 24 Einzelmessungen möglich .

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.3.6 Konstanz des Probenahmevolumenstroms

Der über der Probenahmedauer gemittelte Probenahmevolumenstrom muss auf ± 3 % vom Sollwert konstant sein. Alle Momentanwerte des Probenahmevolumenstroms müssen während der Probenahmedauer innerhalb der Schwankungsbreite von ± 5 % des Sollwertes liegen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Inletadapter BX-305, Durchflussmesser gemäß Punkt 4.

6.3 Durchführung der Prüfung

Der Probenahmevolumenstrom wurde vor dem ersten Feldteststandort kalibriert und dann vor jedem Feldteststandort mit Hilfe eines Balgengaszählers auf Korrektheit überprüft und falls erforderlich nachjustiert. Um die Konstanz des Probenahmevolumenstroms zu ermitteln, wurde ein Durchflussmesser an die Messeinrichtungen angeschlossen und über einen Zeitraum von 6 h (=6 Messzyklen) 5-Sekunden-Werte für den Durchfluss aufgezeichnet und ausgewertet .

6.4 Auswertung

Aus den ermittelten Messwerten für den Durchfluss wurden Mittelwert, Standardabweichung sowie Maximal- und Minimalwert bestimmt.

6.5 Bewertung

Die Ergebnisse der vor jedem Feldteststandort durchgeführten Überprüfung der Durchflussrate ist in Tabelle 28 dargestellt.

Tabelle 28: Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate

Durchflussüberprüfung vor Standort:	SN 4924		SN 4925	
	[l/min]	Abw. vom Soll [%]	[l/min]	Abw. vom Soll [%]
Köln, Parkplatzgelände	16,67	-	16,67	-
Titz-Rödingen	16,51	-1,0	17,09	2,5
Köln, Frankfurter Str.	16,45	-1,3	15,5	-7,0*

* Durchflussrate nachjustiert

Die graphische Darstellungen des Durchflusses über 6 Messzyklen zeigen, dass alle während der Probenahme ermittelten Messwerte weniger als ±5 % vom Sollwert von 16,67 l/min abweichen. Die Abweichung der Mittelwerte über den Messzyklus ist ebenfalls kleiner als die geforderten ±3 % vom Sollwert.

Alle ermittelten Mittelwerte über den Messzyklus weichen weniger als ± 3 %, alle Momentanwerte weniger als ± 5 % vom Sollwert ab.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 29 und Tabelle 30 sind die ermittelten Kenngrößen für den Durchfluss aufgeführt. Abbildung 51 und Abbildung 52 zeigen eine grafische Darstellung der Durchflussmessungen an den beiden Testgeräten SN 4924 und SN 4925.

Tabelle 29: Kenngrößen für die Durchflussmessung, SN 4924

Kenngröße	Einheit	1	2	3	4	5	6
Mittelwert	l/min	16,67	16,74	16,69	16,78	16,69	16,70
Abweichung MW	% vom Sollwert	0,00	0,43	0,12	0,66	0,12	0,17
Standardabweichung	l/min	0,02	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04
Maximum	l/min	16,74	16,90	16,86	17,02	16,94	16,94
Minimum	l/min	16,66	16,66	16,46	16,66	16,66	16,34

Tabelle 30: Kenngrößen für die Durchflussmessung, SN 4925

Kenngröße	Einheit	1	2	3	4	5	6
Mittelwert	l/min	16,67	16,61	16,55	16,52	16,56	16,56
Abweichung MW	% vom Sollwert	0,00	-0,36	-0,69	-0,89	-0,67	-0,67
Standardabweichung	l/min	0,14	0,05	0,01	0,04	0,02	0,03
Maximum	l/min	16,83	16,83	16,59	16,59	16,83	16,83
Minimum	l/min	15,99	16,55	16,51	15,95	16,55	16,51

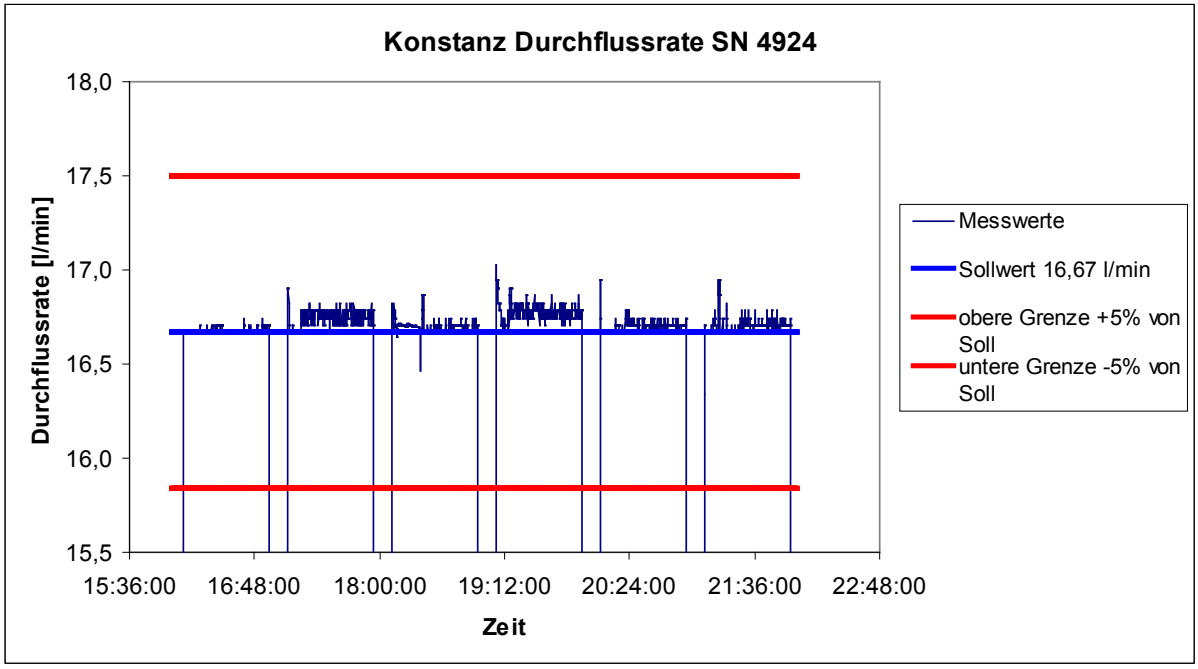


Abbildung 51: Durchfluss am Testgerät SN 4924

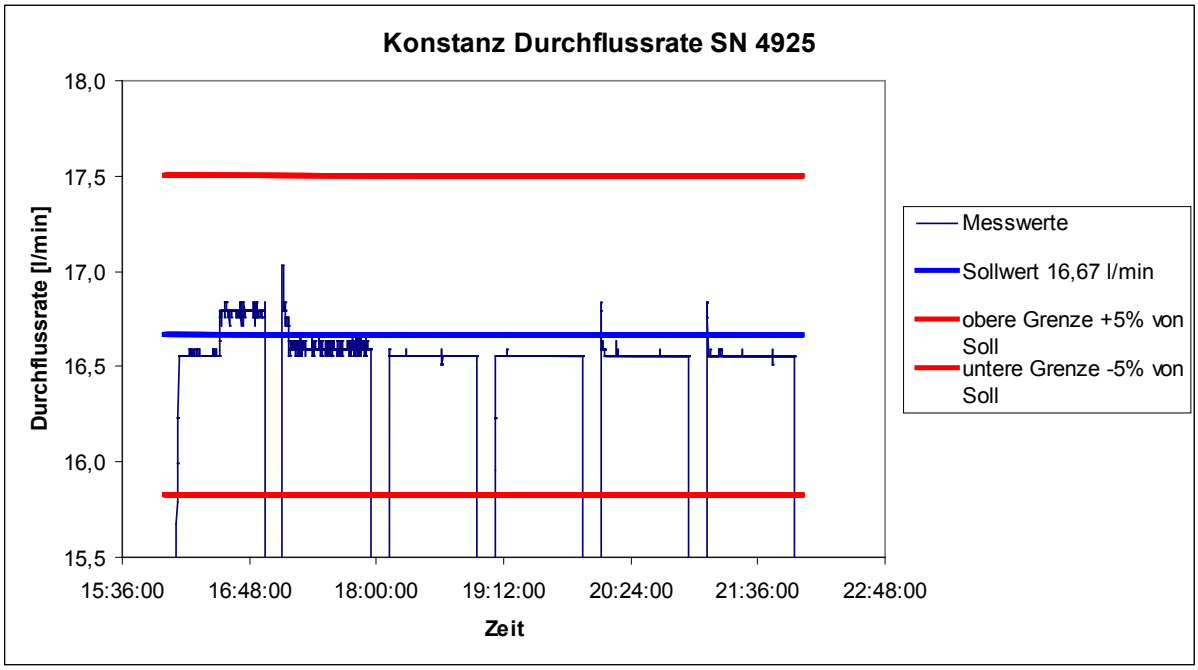


Abbildung 52: Durchfluss am Testgerät SN 4925

6.1 5.3.7 Dichtheit des Probenahmesystems

Das gesamte Probenahmesystem ist auf Dichtheit zu prüfen. Die Undichtigkeit darf nicht mehr als 1 % vom durchgesaugten Probenahmevolumen betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Inletadapter BX-305.

6.3 Durchführung der Prüfung

Um die Leckrate zu bestimmen, wurde der Inletadapter BX-305 am Eingang des Probenahmerohres aufgesetzt und der Kugelhahn des Adapters langsam geschlossen. Die Leckrate wurde aus der Differenz zwischen der im Gerät gemessenen Durchflussrate bei ausgeschalteter Pumpe (Nullpunkt der Durchflussmessung) und der gemessenen Durchflussrate bei geschlossenem Geräteeingang ermittelt.

Diese Prozedur wurde dreimal wiederholt.

6.4 Auswertung

Die Leckrate wurde aus der Differenz zwischen der im Gerät gemessenen Durchflussrate bei ausgeschalteter Pumpe (Nullpunkt der Durchflussmessung) und der gemessenen Durchflussrate bei geschlossenem Geräteeingang ermittelt.

Der Maximalwert der drei ermittelten Leckraten wurde bestimmt.

6.5 Bewertung

Die maximal ermittelten Undichtigkeiten ergaben sich zu 0,6 % für Gerät 1 (SN 4924) sowie zu 0,6 % für Gerät 2 (SN 4925).

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 31 enthält die ermittelten Werte aus der Dichtigkeitsprüfung.

Tabelle 31: Ermittlung der Leckrate

	Durchfluss (Pumpe aus)	Durchfluss (Pumpe ein, Eingang verschlossen)				
		1	2	3	Mittelwert	Maximale Leckrate
	l/min	l/min	l/min	l/min	l/min	% vom Soll
SN 4924	0,0	0,1	0,0	0,1	0,067	0,6
SN 4925	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6

6.1 5.4 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen

Mehrkomponentenmesseinrichtungen müssen die Anforderungen für jede Einzelkomponente erfüllen, auch bei Simultanbetrieb aller Messkanäle.
Bei sequentiellem Betrieb muss die Bildung von Stundenmittelwerten gesichert sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

7 Weitere Prüfkriterien nach Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“

7.1 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} [9.5.2.1]

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} muss gemäß dem Punkt 9.5.2.1 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ ermittelt werden.

7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Untersuchungen gemäß des Leitfadens “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods” erfolgten exemplarisch auf Basis der in der Feldprüfung gemäß [1], [2] und [3] erzielten Messdaten. Dabei wurden die Untersuchungen abweichend zur Anforderung aus dem Leitfaden nur an drei statt vier Feldteststandorten und mit weniger als jeweils 40 validen Messwertpaaren pro Feldteststandort durchgeführt

Die Prüfung wurde im Feldtest an drei verschiedenen Standorten durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten unterschiedlich hohe PM10 Konzentrationen sowie verschiedene Verhältnisse zwischen TSP und PM10-Anteil berücksichtigt.

Es wurden an jedem Standort mindestens 15 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (3 Standorte) liegen insgesamt 32 % der Messwerte über 50 % des Grenzwertes für das Tagesmittel von 50 µg/m³ für PM10. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

7.4 Auswertung

Gemäß **Punkt 9.5.2.1** des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ gilt:

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} muss ≤ 3 µg/m³ liegen. Eine Unsicherheit über 3 µg/m³ zwischen den beiden Prüflingen ist ein Hinweis, dass die Leistung eines oder beider Systeme unzureichend ist und die Gleichwertigkeit nicht erklärt werden kann.

Die Unsicherheit wird dabei ermittelt für:

- Jeden Standort einzeln
- Alle Standorte gemeinsam
- 1 Datensatz mit Messwerten ≥ 50 % des Grenzwertes für den Tagesmittelwert von 50 µg/m³ für PM10 (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)
- 1 Datensatz mit Messwerten < 50 % des Grenzwertes für den Tagesmittelwert von 50 µg/m³ für PM10 (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} wird aus den Differenzen aller Tagesmittelwerte (24 h-Werte) der Prüflinge, die parallel betrieben werden nach folgender Gleichung berechnet:

$$u_{bs}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (y_{i,1} - y_{i,2})^2}{2n}$$

mit $y_{i,1}$ und $y_{i,2}$ = Ergebnisse der parallelen Messungen einzelner 24h-Werte i

n = Anzahl der 24h-Werte

7.5 Bewertung

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} liegt mit maximal 1,22 µg/m³ unterhalb des geforderten Wertes von 3 µg/m³.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 32 führt die berechneten Werte für die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} auf. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 53 bis Abbildung 58.

Tabelle 32: Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} für die Testgeräte SN 4924 und SN 4925

Testgeräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit u_{bs}
SN			µg/m³
4924 / 4925	Köln, Parkplatz	52	1,22
4924 / 4925	Titz-Rödingen	37	0,86
4924 / 4925	Köln, Frankf. Str.	28	0,99
4924 / 4925	Gesamt	117	1,07
4924 / 4925	Werte ≥ 50 % Grenzwert (≥ 25 µg/m³)	30	1,22
4924 / 4925	Werte < 50 % Grenzwert (< 25 µg/m³)	64	0,95
4924 / 4925	zusätzlich Köln, Frankf. Str. EU-Kopf	26	0,74

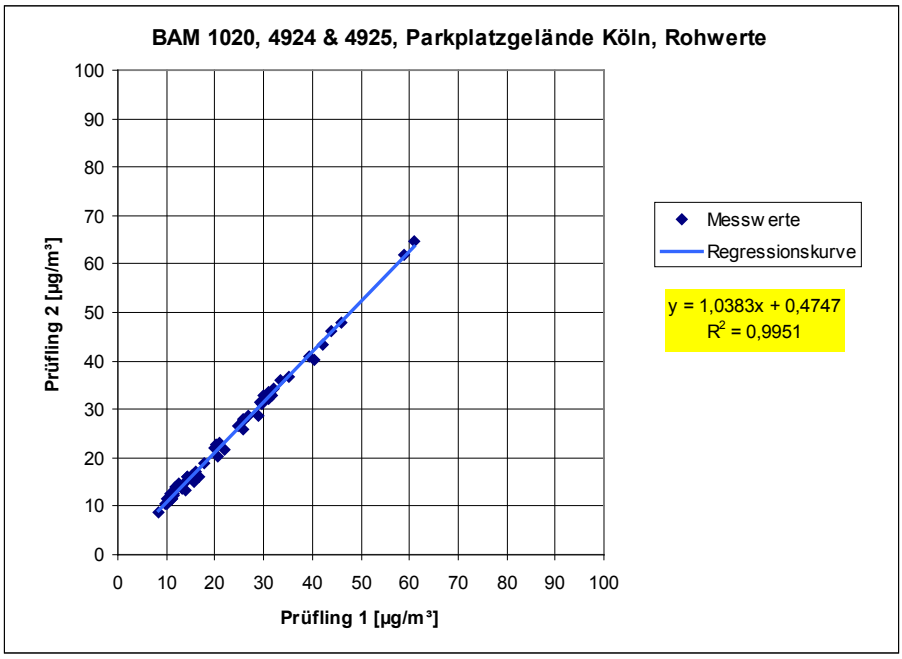


Abbildung 53: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, Standort Köln, Parkplatzgelände

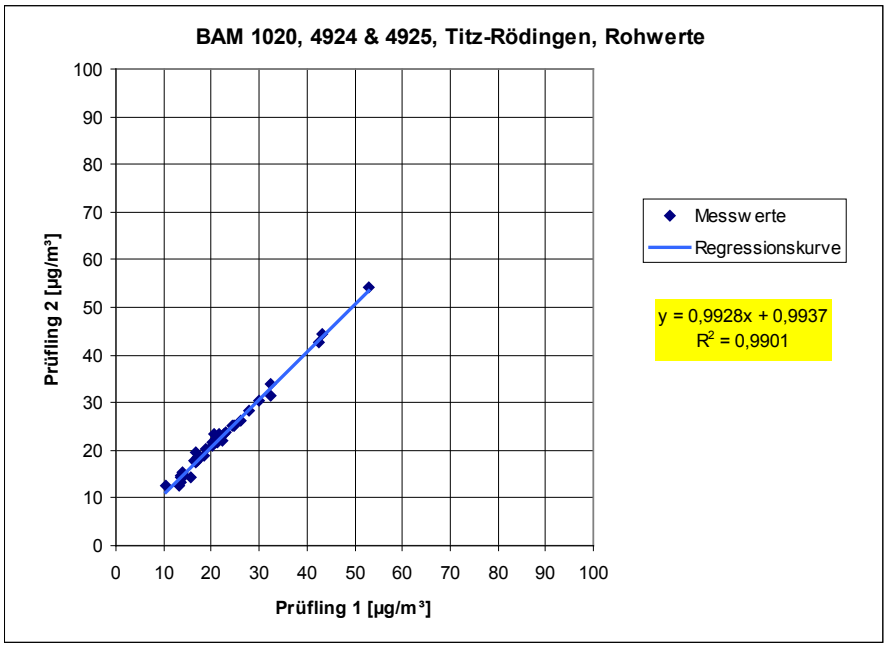


Abbildung 54: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, Standort Titz-Rödingen

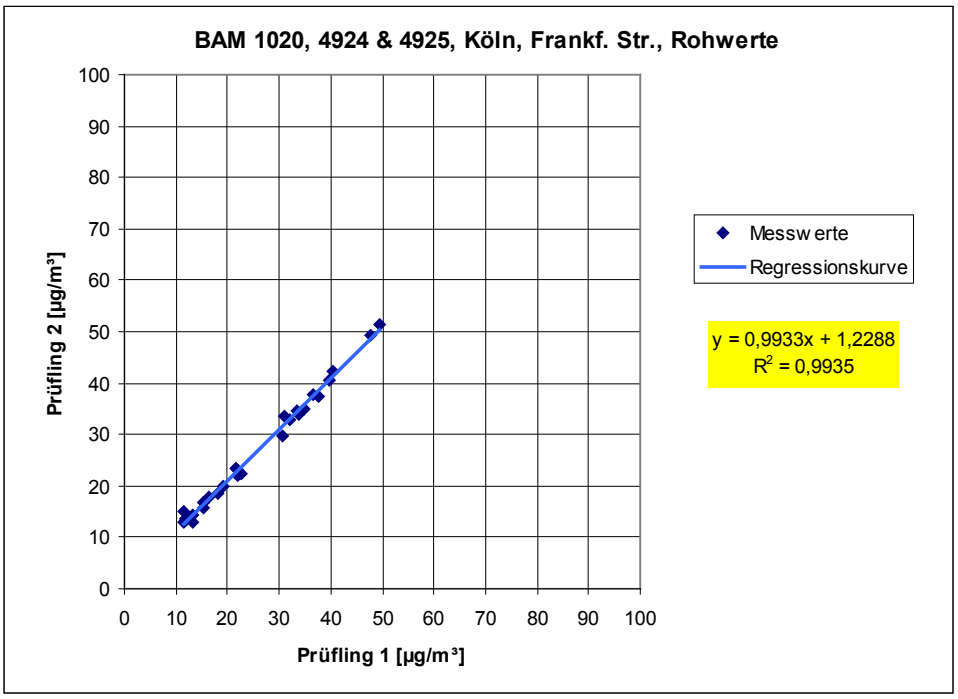


Abbildung 55: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, Standort Köln, Frankfurter Straße

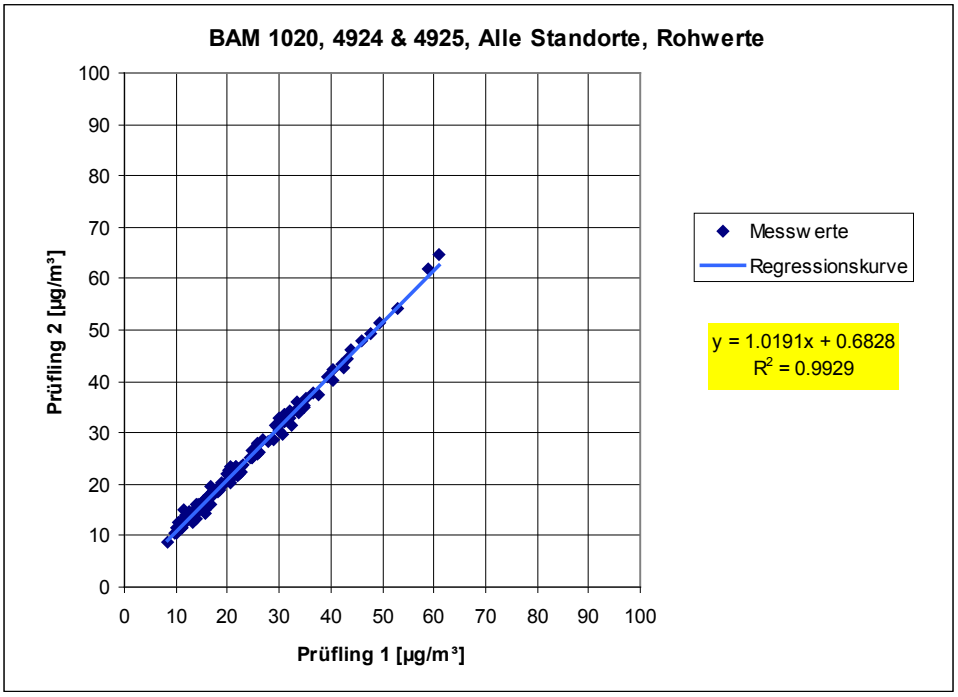


Abbildung 56: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, alle Standorte

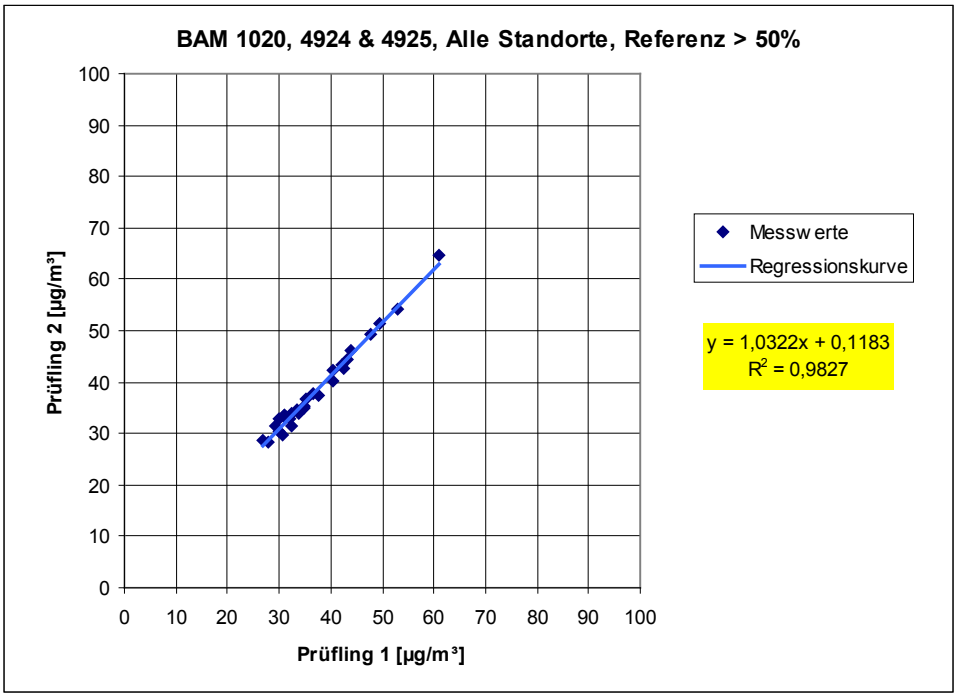


Abbildung 57: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, alle Standorte, Werte ≥ 50 % Grenzwert (≥ 25 µg/m³)

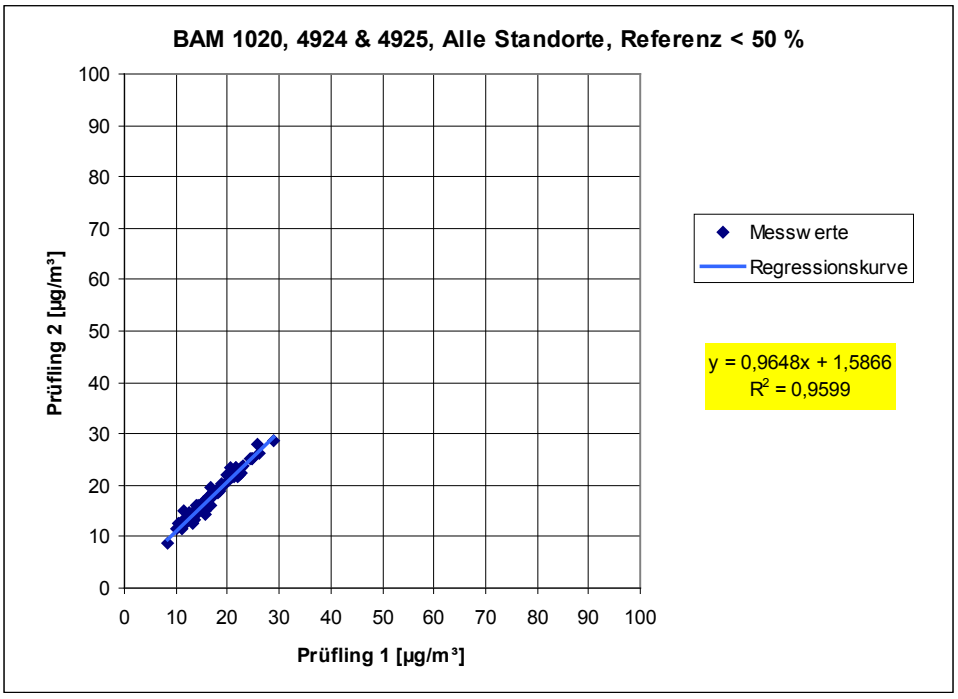


Abbildung 58: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, alle Standorte, Werte < 50 % Grenzwert (< 25 µg/m³)

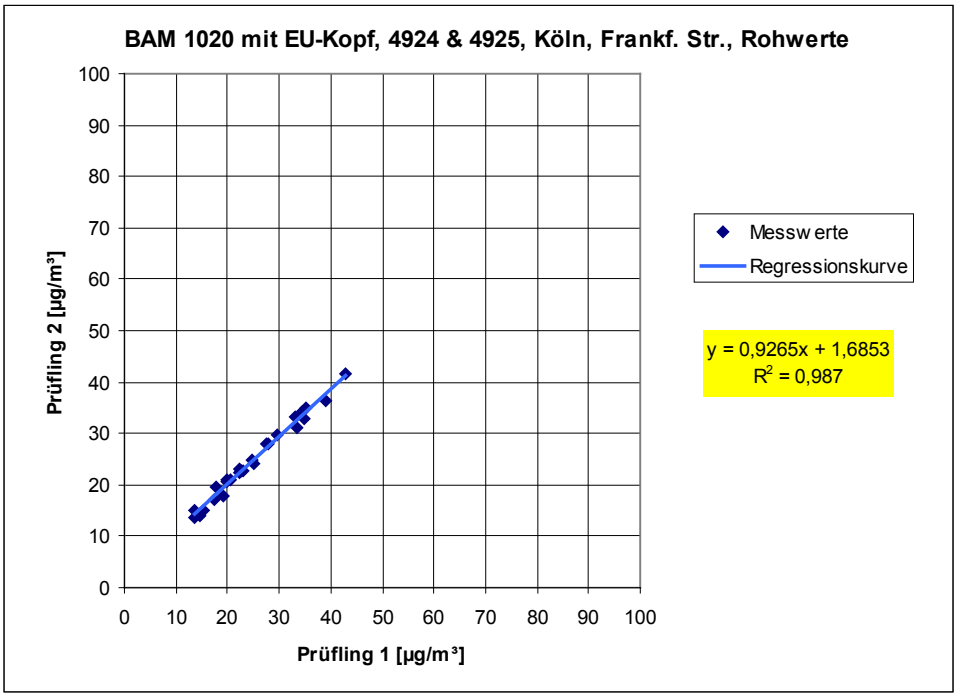


Abbildung 59: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 4924 / SN 4925, zusätzlich Standort Köln, Frankfurter Straße mit EU-Probenahmekopf

7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.5.6]

Für die Prüflinge ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren gemäß den Punkten 9.5.2.2 bis 9.5.4 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ nachzuweisen. Die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge ist mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] zu vergleichen.

7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für diesen Prüfpunkt kamen zusätzlich die Geräte entsprechend Punkt 5 des vorliegenden Berichts zum Einsatz.

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Untersuchungen gemäß des Leitfadens “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods” erfolgten exemplarisch auf Basis der in der Feldprüfung gemäß [1], [2] und [3] erzielten Messdaten. Dabei wurden die Untersuchungen abweichend zur Anforderung aus dem Leitfaden nur an drei statt vier Feldteststandorten und mit weniger als jeweils 40 validen Messwertpaaren pro Feldteststandort durchgeführt

Die Prüfung wurde im Feldtest an drei verschiedenen Standorten durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten unterschiedlich hohe PM10 Konzentrationen sowie verschiedene Verhältnisse zwischen TSP und PM10-Anteil berücksichtigt.

Es wurden an jedem Standort mindestens 15 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (3 Standorte) liegen insgesamt 32 % der Messwerte über 50 % des Grenzwertes für das Tagesmittel von 50 µg/m³ für PM10. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

7.4 Auswertung

[Punkt 9.5.2.2] Der Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge wird die Überprüfung der Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten u_{ref} vorangestellt. Die Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten u_{ref} wird analog der Unsicherheit zwischen den Prüflingen bestimmt und muss ≤ 2 µg/m³ sein. Die Ergebnisse der Auswertung sind unter Punkt 7.6 zu diesem Prüfpunkt dargestellt.

Um die Vergleichbarkeit der Prüflinge y mit dem Referenzverfahren x zu beurteilen, wird ein linearer Zusammenhang $y_i = a + bx_i$ zwischen den Messergebnissen beider Methoden angenommen. Der Zusammenhang zwischen den Mittelwerten der Referenzgeräte und der Prüflinge wird mittels orthogonaler Regression [9] hergestellt.

Die Regression wird berechnet für:

- Jeden Standort einzeln
- Alle Standorte gemeinsam
- 1 Datensatz mit Messwerten ≥ 50 % des Grenzwertes für den Tagesmittelwert von 50 µg/m³ für PM10 (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Zur weiteren Auswertung wird die Ergebnisunsicherheit u_{c_s} der Prüflinge aus dem Vergleich mit dem Referenzverfahren gemäß der folgenden Gleichung beschrieben, welche u_{c_s} als eine Funktion der Feinstaubkonzentration x_i beschreibt.

$$u_{c\_s}^2(y_i) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + [a + (b-1)x_i]^2$$

Mit RSS =Summe der (relativen) Residuen aus der orthogonalen Regression

$u(x_i)$ = zufällige Unsicherheit des Referenzverfahrens, sofern der Wert von u_{bs}, der für den Einsatz der Prüflinge berechnet wird, in diesem Test verwendet werden kann
(siehe Punkt 7.1 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs})

Algorithmen zur Berechnung des Achsabschnitts a sowie der Steigung b und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [9] ausführlich beschrieben.

Die Summe der (relativen) Residuen RSS wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$RSS = \sum_{i=1}^{n} (y_i - a - bx_i)^2$$

Die Unsicherheit u_{c_s} wird berechnet für:

- Jeden Standort einzeln
- Alle Standorte gemeinsam
- 1 Datensatz mit Messwerten ≥ 50 % des Grenzwertes für den Tagesmittelwert von 50 µg/m³ für PM10

[Punkt 9.5.3] Für alle Datensätze wird die kombinierte Unsicherheit der Prüflinge $w_{c,CM}$ durch Kombination der Beiträge aus 9.5.2.1 und 9.5.2.2 gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

$$w_{c,CM}^2(y_i) = \frac{u_{c\_s}^2(y_i)}{y_i^2}$$

Für jeden Datensatz wird die Unsicherheit $w_{c,CM}$ am 24 h-Grenzwert berechnet, wobei y_i als Konzentration am Grenzwert eingesetzt wird.

[Punkt 9.5.4] Für jeden Datensatz wird die erweiterte relative Unsicherheit der Ergebnisse der Prüflinge durch Multiplizieren von $w_{c,CM}$ mit einem Erweiterungsfaktor k nach folgender Gleichung berechnet:

$$W_{CM} = k \cdot w_{CM}$$

In der Praxis wird bei großen n für k=2 eingesetzt.

[Punkt 9.6] Die größte resultierende Unsicherheit W_{CM} wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

1. $W_{CM} \leq W_{dqo}$ → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.
2. $W_{CM} > W_{dqo}$ → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit W_{dqo} beträgt für Feinstaub 25 % [7].

7.5 Bewertung

Die ermittelten Unsicherheiten W_{CM} liegen ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit W_{dqo} von 25 % für Feinstaub.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 33 zeigt einen Überblick über die Unsicherheiten zwischen den Referenzgeräten u_{ref} aus den Felduntersuchungen. In Tabelle 34 erfolgt eine zusammenfassende Darstellung und Bewertung der erweiterten Messunsicherheiten W_{CM} aus den Feldtestuntersuchungen. Tabelle 35 bis Tabelle 39 zeigen die Ergebnisse der Auswertungen der einzelnen Datensätze.

Tabelle 33: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u_{ref}

Referenz-geräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit u_{bs}
Nr.			µg/m³
1 / 2	Köln, Parkplatz	29	0,55
1 / 2	Titz-Rödingen	37	0,65
1 / 2	Köln, Frankf. Str.	28	1,02
1 / 2	Alle Standorte	94	0,76
1 / 2	zusätzlich Köln, Frankf. Str., Prüflinge mit EU-Kopf	26	1,49

Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u_{ref} ist an allen Standorten < 2 µg/m³.

Tabelle 34: Zusammenstellung und Bewertung der erweiterten Messunsicherheiten W_{CM} aus den Felduntersuchungen, Rohdaten

Standort	**Steigung b** (µg/m³)/(µg/m³)	**Achsabschnitt a** µg/m³	**u_{c_s} am Grenzwert** µg/m³	**w_{CM}** %	**W_{CM}** %	**$W_{CM} \leq W_{dqo}$** (W_{dqo} = 25 %)
Köln, Parkplatz	0,97	2,46	2,49	4,98	9,95	ja
Titz-Rödingen	1,06	0,85	3,97	7,93	15,87	ja
Köln, Frankf. Str.	1,02	-0,70	1,90	3,79	7,58	ja
Alle Standorte	0,99	1,41	2,40	4,81	9,61	ja
Werte ≥ 50 % Grenzwert (≥ 25 µg/m³)	0,99	1,45	2,31	4,62	9,23	ja
zusätzlich Köln, Frankf. Str. EU-Kopf	1,01	-0,90	0,91	1,82	3,63	ja

Tabelle 35: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Standort Köln, Parkplatzgelände

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020	SN	4924 & 4925	
Standort	Parkplatzgelände Köln	Grenzwert	50	µg/m³
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	**0,97**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von b	**0,03**			
Achsabschnitt a	**2,46**	**signifikant**		
Unsicherheit von a	**0,86**			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	**0,87**	**µg/m³**		
Unsicherheit u_{c_s} am Grenzwert	**2,49**	**µg/m³**		
Kombinierte Messunsicherheit w_{CM}	**4,98**	**%**		
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	**9,95**	**%**		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	**bestanden**			

Tabelle 36: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Standort Titz-Rödingen

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020	SN	4924 & 4925	
Standort	Titz-Rödingen	Grenzwert	50	µg/m³
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	**1,06**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von b	**0,03**			
Achsabschnitt a	**0,85**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von a	**0,75**			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	**3,62**	**µg/m³**		
Unsicherheit u_{c_s} am Grenzwert	**3,97**	**µg/m³**		
Kombinierte Messunsicherheit w_{CM}	**7,93**	**%**		
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	**15,87**	**%**		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	**bestanden**			

Tabelle 37: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, Standort Köln, Frankfurter Str.

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020	SN	4924 & 4925	
Standort	Köln, Frankf. Str.	Grenzwert	50	µg/m³
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	**1.02**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von b	**0.04**			
Achsabschnitt a	**-0.70**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von a	**1.01**			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	**0.40**	**µg/m³**		
Unsicherheit u_{c_s} am Grenzwert	**1.90**	**µg/m³**		
Kombinierte Messunsicherheit w_{CM}	**3.79**	**%**		
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	**7.58**	**%**		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	**bestanden**			

Tabelle 38: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, alle Standorte

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020	SN	4924 & 4925	
Standort	Alle Standorte	Grenzwert	50	µg/m³
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	**0.99**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von b	**0.02**			
Achsabschnitt a	**1.41**	**signifikant**		
Unsicherheit von a	**0.52**			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	**1.13**	**µg/m³**		
Unsicherheit u_{c_s} am Grenzwert	**2.40**	**µg/m³**		
Kombinierte Messunsicherheit w_{CM}	**4.81**	**%**		
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	**9.61**	**%**		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	**bestanden**			

Tabelle 39: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, alle Standorte, Werte ≥ 50 % Grenzwert (≥ 25 µg/m³)

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020	SN	4924 & 4925	
Standort	Alle Standorte	Grenzwert	50	µg/m³
Status Messwerte	Referenz > 50%	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	**0,99**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von b	**0,05**			
Achsabschnitt a	**1,45**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von a	**1,88**			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	**0,97**	**µg/m³**		
Unsicherheit u_{c_s} am Grenzwert	**2,31**	**µg/m³**		
Kombinierte Messunsicherheit w_{CM}	**4,62**	**%**		
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	**9,23**	**%**		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	**bestanden**			

Tabelle 40: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, zusätzlich Standort Köln, Frankfurter Straße mit EU-Probenahmekopf

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020 mit EU-Kopf	SN	4924 & 4925	
Standort	Köln, Frankf. Str.	Grenzwert	50	µg/m³
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	**1,01**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von b	**0,04**			
Achsabschnitt a	**-0,90**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von a	**1,10**			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	**-0,52**	**µg/m³**		
Unsicherheit u_{c_s} am Grenzwert	**0,91**	**µg/m³**		
Kombinierte Messunsicherheit w_{CM}	**1,82**	**%**		
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	**3,63**	**%**		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	**bestanden**			

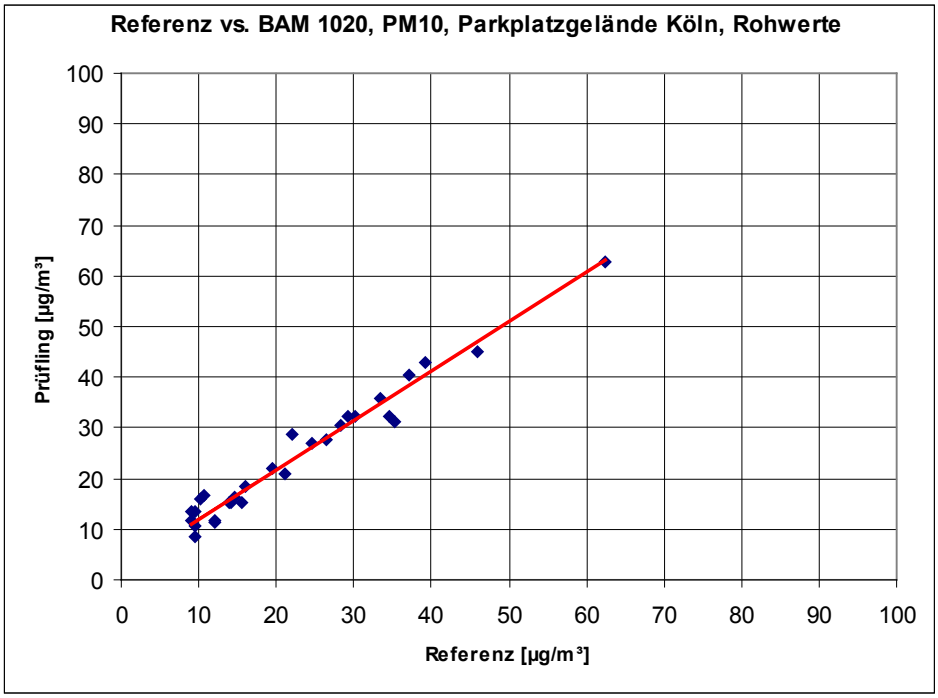


Abbildung 60: Referenz vs. Testgerät, Standort Köln, Parkplatzgelände

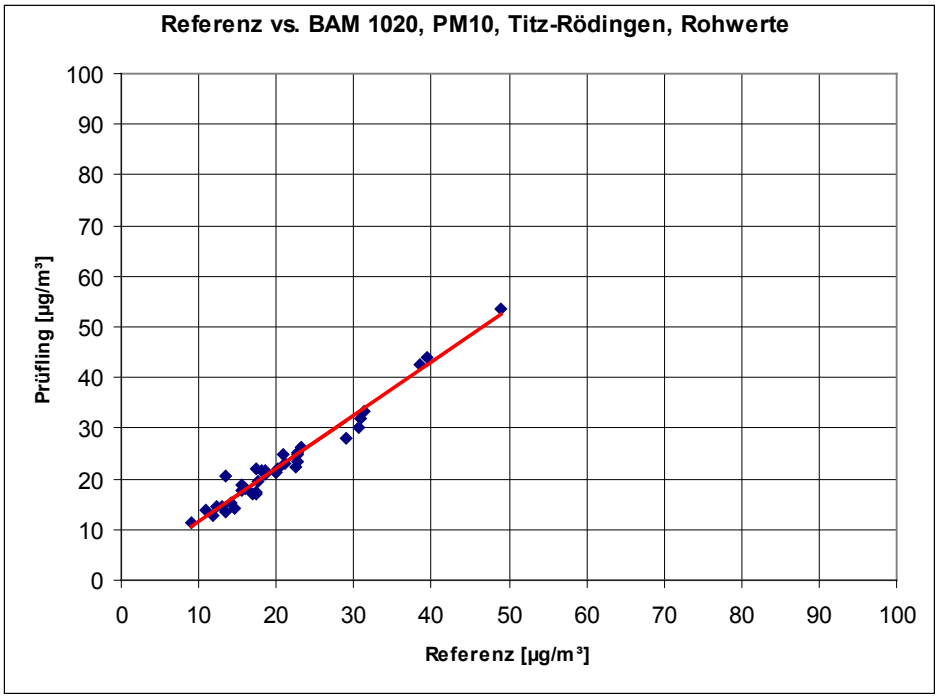


Abbildung 61: Referenz vs. Testgerät, Standort Titz-Rödingen

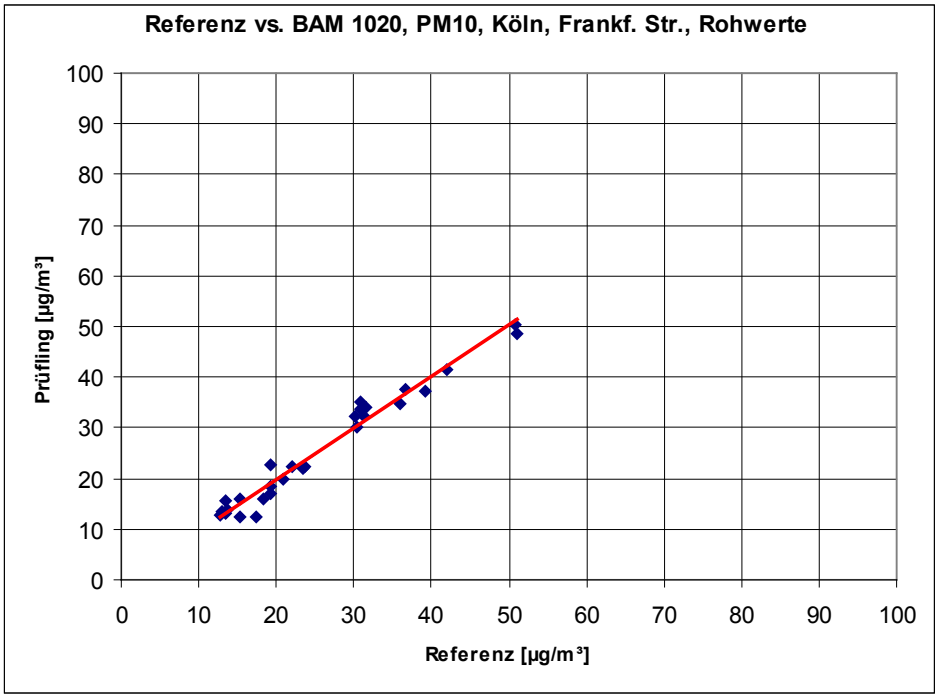


Abbildung 62: Referenz vs. Testgerät, Standort Köln, Frankfurter Straße

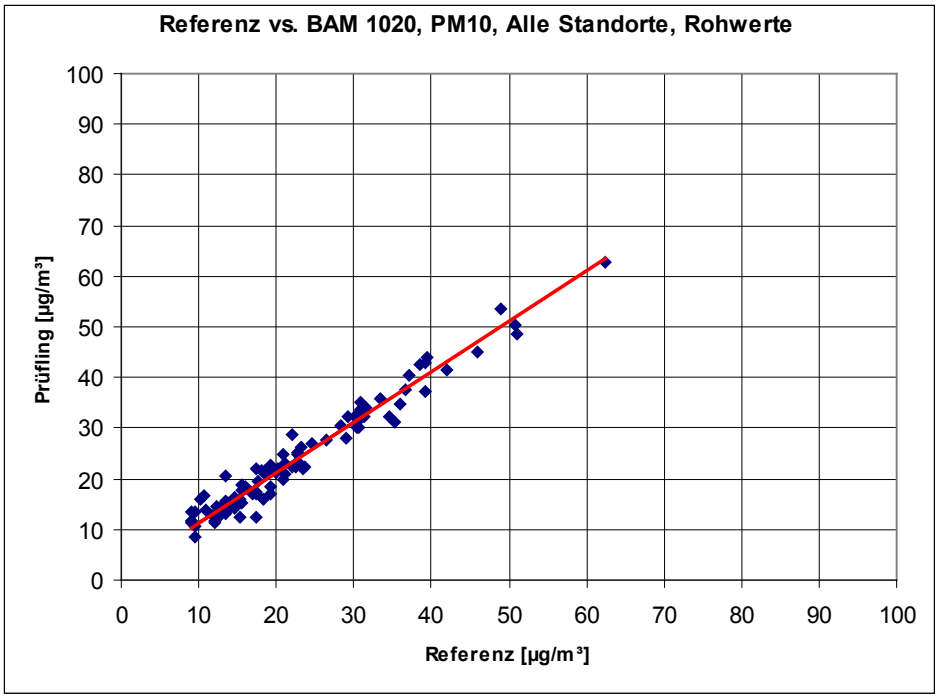


Abbildung 63: Referenz vs. Testgerät, alle Standorte

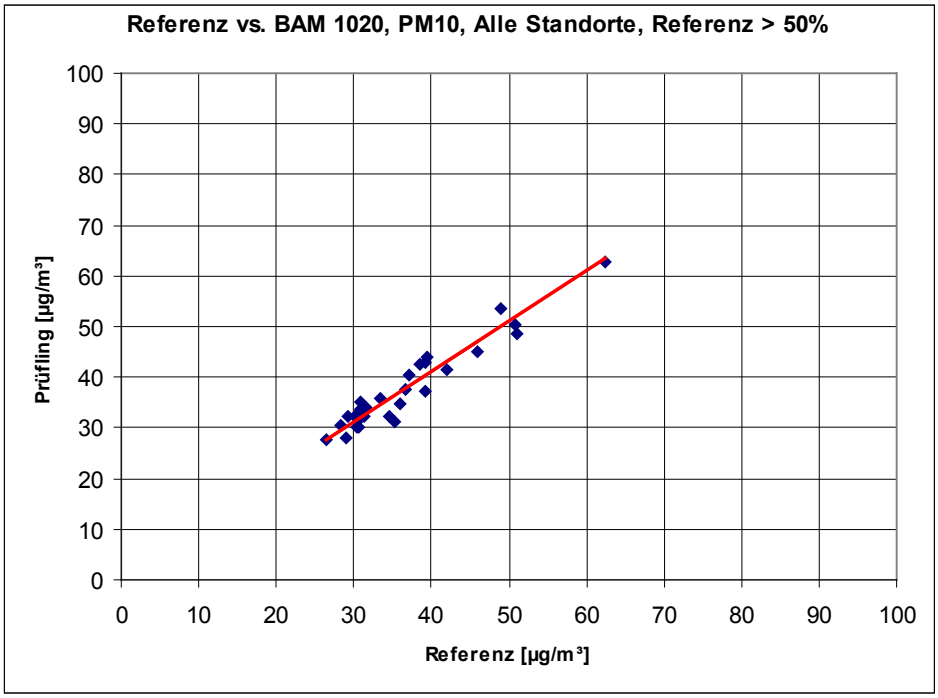


Abbildung 64: Referenz vs. Testgerät, alle Standorte, Werte ≥ 50 % Grenzwert (≥ 25 µg/m³)

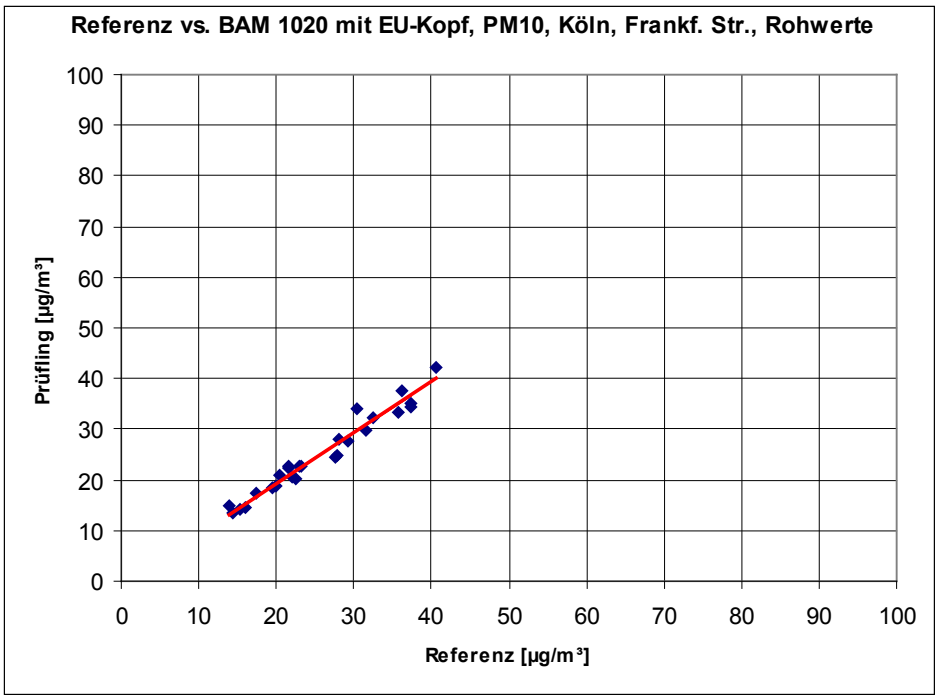


Abbildung 65: Referenz vs. Testgerät, zusätzlich Standort Köln, Frankfurter Straße mit EU-Probenahmekopf

7.1 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7]

Ist die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] festgelegte erweiterte relative Unsicherheit, ist eine Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen zulässig. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen gemäß den Punkten 9.5.2.2ff. des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" erfüllen.

7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

7.3 Durchführung der Prüfung

Siehe Modul 9.5.2.2 – 9.5.6.

7.4 Auswertung

Tritt bei der Auswertung der Rohwerte gemäß Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 der Fall $W_{CM} > W_{dqo}$ auf, d.h. Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet, dann ist es zulässig, einen Korrekturfaktor oder –term anzuwenden, der aus der Regressionsgleichung für den gesamten Datensatz resultiert. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen für alle Datensätze oder Teildatensätze erfüllen (siehe Modul 9.5.2.2 – 9.5.6).
Darüber hinaus kann eine Korrektur auch für den Fall, dass $W_{CM} \leq W_{dqo}$ ist, genutzt werden, um die Genauigkeit der Prüflinge zu verbessern.

Es können drei verschiedene Fälle auftreten:

a) Steigung b nicht signifikant von 1 verschieden: $|b-1| \leq 2u(b)$,
   Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden: $|a| > 2u(a)$

b) Steigung b signifikant von 1 verschieden: $|b-1| > 2u(b)$,
   Achsenabschnitt a nicht signifikant von 0 verschieden: $|a| \leq 2u(a)$

c) Steigung b signifikant von 1 verschieden: $|b-1| > 2u(b)$
   Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden: $|a| > 2u(a)$

zu a)

Der Wert des Achsenabschnittes a kann als Korrekturterm verwendet werden, um alle Eingangswerte y_i gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = y_i - a$$

Die resultierenden Werte von $y_{i,corr}$ können dazu dienen, mit einer linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u^2_{c\_s}(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + \left[c + (d-1)x_i\right]^2 + u^2(a)$$

mit u(a) = Unsicherheit des Originalachsenabschnittes a, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [9] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 ermittelt.

zu b)

Der Wert der Steigung b kann als Korrekturterm verwendet werden, um alle Eingangswerte y_i gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = \frac{y_i}{b}$$

Die resultierenden Werte von $y_{i,corr}$ können dazu dienen, mit einer neuen linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u^2_{c\_s}(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + \left[c + (d-1)x_i\right]^2 + x_i^2 u^2(b)$$

mit u(b) = Unsicherheit der Originalsteigung b, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [9] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 ermittelt.

zu c)

Die Werte der Steigung b und des Achsenabschnittes a können als Korrekturterme verwendet werden, um alle Eingangswerte y_i gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = \frac{y_i - a}{b}$$

Die resultierenden Werte von $y_{i,corr}$ können dazu dienen, mit einer neuen linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u^2_{c\_s}(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + \left[c + (d-1)x_i\right]^2 + x_i^2 u^2(b) + u^2(a)$$

mit u(b) = Unsicherheit der Originalsteigung b, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln und mit u(a) = Unsicherheit des Originalachsenabschnittes a, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [9] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 ermittelt

Die Werte für $u_{c\_s,corr}$ werden dann zur Berechnung der kombinierten relativen Unsicherheit der Prüflinge nach der Korrektur gemäß der folgenden Gleichung herangezogen:

$$w^2_{c,CM,corr}(y_i) = \frac{u^2_{c\_s,corr}(y_i)}{y_i^2}$$

Für den korrigierten Datensatz wird die Unsicherheit $w_{c,CM,corr}$ am 24 h-Grenzwert berechnet, wobei y_i als Konzentration am Grenzwert eingesetzt wird.

Die erweiterte relative Unsicherheit $W_{CM,corr}$ wird entsprechend der folgenden Gleichung berechnet:

$$W_{CM',corr} = k \cdot w_{CM,corr}$$

In der Praxis wird bei großen n für k=2 eingesetzt.

Die größte resultierende Unsicherheit $W_{CM,corr}$ wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

1. $W_{CM,corr} \leq W_{dqo}$ → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.
2. $W_{CM,corr} > W_{dqo}$ → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit W_{dqo} beträgt für Feinstaub 25 % [7].

7.5 Bewertung

Die Prüflinge erfüllen während der Prüfung die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren. Eine Korrektur des gesamten Datensatzes kann zusätzlich durchgeführt werden, um mögliche Verbesserungspotentiale in der Genauigkeit der Prüflinge aufzuzeigen. Es wurde gezeigt, dass durch Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen die Genauigkeit der Prüflinge für den gesamten Datensatz von 9,61 % (Rohwerte) auf 8,81 % (Korrektur Achsabschnitt), 11,05°% (Korrektur Steigung) und 9,69 % (Korrektur Achsabschnitt und Steigung) geändert werden kann und es somit keine signifikanten Unterschiede in den jeweiligen Messunsicherheiten nach Anwendung der Korrekturfaktoren/-termen gibt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 41 bis Tabelle 44 zeigen die Ergebnisse der Auswertungen des gesamten Datensatzes nach Anwendung der möglichen Korrekturfaktoren/-terme.

Tabelle 41: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, alle Standorte, Rohwerte

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020	SN	4924 & 4925	
Standort	Alle Standorte	Grenzwert	50	µg/m³
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	**0.99**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von b	**0.02**			
Achsabschnitt a	**1.41**	**signifikant**		
Unsicherheit von a	**0.52**			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	**1.13**	**µg/m³**		
Unsicherheit u_{c_s} am Grenzwert	**2.40**	**µg/m³**		
Kombinierte Messunsicherheit w_{CM}	**4.81**	**%**		
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	**9.61**	**%**		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	**bestanden**			

Tabelle 42: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, alle Standorte, Korrektur Achsabschnitt

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020	SN	4924 & 4925	
Standort	Alle Standorte	Grenzwert	50	µg/m³
Status Messwerte	Korrektur Offset	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	**0.99**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von b	**0.02**			
Achsabschnitt a	**0.00**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von a	**0.52**			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	**-0.29**	**µg/m³**		
Unsicherheit u_{c_s} am Grenzwert	**2.20**	**µg/m³**		
Kombinierte Messunsicherheit w_{CM}	**4.41**	**%**		
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	**8.81**	**%**		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	**bestanden**			

Tabelle 43: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, alle Standorte, Korrektur Steigung

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020	SN	4924 & 4925	
Standort	Alle Standorte	Grenzwert	50	µg/m³
Status Messwerte	Korrektur Steigung	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	**1.00**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von b	**0.02**			
Achsabschnitt a	**1.42**	**signifikant**		
Unsicherheit von a	**0.52**			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	**1.43**	**µg/m³**		
Unsicherheit u_{c_s} am Grenzwert	**2.76**	**µg/m³**		
Kombinierte Messunsicherheit w_{CM}	**5.53**	**%**		
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	**11.05**	**%**		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	**bestanden**			

Tabelle 44: Vergleich Testgerät mit Referenzgerät, alle Standorte, Korrektur Achsabschnitt und Steigung

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM 1020	SN	4924 & 4925	
Standort	Alle Standorte	Grenzwert	50	µg/m³
Status Messwerte	Korrektur Offset und Steigung	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	**1.00**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von b	**0.02**			
Achsabschnitt a	**0.00**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von a	**0.52**			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	**0.00**	**µg/m³**		
Unsicherheit u_{c_s} am Grenzwert	**2.42**	**µg/m³**		
Kombinierte Messunsicherheit w_{CM}	**4.84**	**%**		
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	**9.69**	**%**		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	**bestanden**			

8 Empfehlungen zum Praxiseinsatz

Arbeiten im Wartungsintervall

Folgende regelmäßige Arbeiten sind an der geprüften Messeinrichtung erforderlich:

- Regelmäßige Sichtkontrolle / Telemetrische Überwachung
- - Gerätestatus in Ordnung
- - Keine Fehlermeldungen
- - Keine Verschmutzungen
- Überprüfung der Gerätefunktionen nach Anweisung des Herstellers
- Kontrolle des Filterbandvorrates
- Wartung des Probenahmekopfes gemäß Herstellerangaben
- Mindestens alle 4 Wochen: Reinigung/Einfetten der Impaktionsplatten
- Alle 4 Wochen: Plausibilitätskontrolle Temperatur-, Drucksensoren, ggf. Nachkalibrierung
- Alle 4 Wochen: Überprüfung der Durchflussrate

Im Übrigen sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten.

Die Messeinrichtung führt bei jedem Messzyklus standardmäßig eine interne Überprüfung des Nullpunktes (Leermessung, manuell auswertbar) sowie der Empfindlichkeit (Messung mit Referenzfolie, automatisch ausgewertet) durch. Die Ergebnisse dieser Überprüfungen können zur kontinuierlichen Überprüfung der Stabilität der radiometrischen Messung verwendet werden.

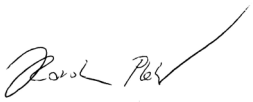
Funktionsprüfung und Kalibrierung

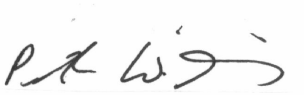
Zur Durchführung der Funktionsprüfung bzw. vor der Kalibrierung wird folgendes Vorgehen vorgeschlagen:

- Sichtprüfung des Gerätes und des Probenahmesystems
- Mindestens einmal pro Jahr: Kontrolle der Kohleschieber der Pumpe, anschließend Überprüfen des Durchflusses und ggf. Nachkalibrierung
- Mindestens einmal pro Jahr: Jährliche Grundwartung, inkl. Kontrolle und ggf. Austausch der Kohleschieber der Pumpe (nur Drehschieber), Reinigung Probenahmerohr
- Überprüfen der Datenübertragung (Analog- und Statussignale) zum Auswertungssystem.

Weitere Einzelheiten zur Funktionsprüfung und Kalibrierung können der Bedienungsanleitung entnommen werden.

Immissionsschutz/Luftreinhaltung





Karsten Pletscher

Dr. Peter Wilbring

Köln, 06.12.2006
936/21205333/A

9 Literaturverzeichnis

[1] VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002

[2] VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004

[3] Europäische Norm EN 12341, „Luftbeschaffenheit – Ermittlung der PM 10-Fraktion von Schwebstaub; Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode“, Deutsche Fassung EN 12341: 1998

[4] VDI-Richtlinie 2463, Blatt 7, „Messen von Partikeln, Messen der Massenkonzentration (Immission), Filterverfahren, Kleinfiltergerät GS 050, 1982

[5] Bedienungshandbuch BAM-1020

[6] Bedienungshandbuch SEQ47/50, Stand 2004

[7] Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22.04.1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft

[8] Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Immissionen

Richtlinien für die Bauausführung und Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Immissionen. RdSchr. d. BMI v. 19.8.1981 – U II 8 – 556 134/4

[9] Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung vom November 2005

10 Anlagen

Anhang 1 **Mess- und Rechenwerte**

Anlage 1: Nachweisgrenze

Anlage 2: Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes / der Empfindlichkeit

Anlage 3: Netzspannungsabhängigkeit

Anlage 4: Messwerte aus den Feldteststandorten

Anlage 5: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Anlage 6: Software-Version BAM-1020

Anhang 2 **Handbücher**

Anlage 1 — Nachweisgrenze — Blatt 1 von 1

Hersteller	Met One Instruments			
Messbereich	0 bis 1000	µg/m³	Temperatur Klimakammer	20 °C
Gerätetyp	BAM 1020		rel. Luftfeuchte Klimakammer	60%
Serien-Nr.	SN 4924 & SN 4925		Nullpunkt	interne Leermessung auf Filterband

Nr.	Datum	24-h-Messwerte [µg/m³] SN 4924	SN 4925
1	21.04.2006	0,42	0,80
2	22.04.2006	-0,10	1,61
3	23.04.2006	1,11	1,68
4	24.04.2006	0,42	1,35
5	25.04.2006	0,16	0,07
6	26.04.2006	-0,42	0,69
7	27.04.2006	0,25	0,95
8	28.04.2006	0,96	-0,05
9	29.04.2006	1,28	1,19
10	30.04.2006	1,44	0,06
11	01.05.2006	0,88	1,01
12	02.05.2006	0,37	1,03
13	03.05.2006	0,90	0,78
14	04.05.2006	0,76	1,05
15	05.05.2006	-0,30	0,56
16	06.05.2006	1,01	1,20
17	07.05.2006	-0,09	0,96
18	08.05.2006	0,64	0,76
	Anzahl Werte	18	18
	Mittelwert	0,54	0,87
	Standardabweichung s_{x0}	0,55	0,49
	Nachweisgrenze X	**1,69**	**1,90**

$$s_{xo} = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1}\right) \cdot \sum_{i=1,n} (x_{0i} - \overline{x_0})^2}$$

Anlage 2 — Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt/Referenzpunkt — Blatt 1 von 1

Hersteller: Met One Instruments

Messbereich: 0 bis 1000 µg/m³
Gerätetyp: BAM 1020
Serien-Nr.: SN 4924 & SN 4925

Standards: NP interne Leermessung auf Filterband; RP eingebaute Referenzfolie

			Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3			
SN 4924	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]		
NP	1	20	0,0	-	0,5	-	0,2	-		
	2	5	1,5	1,4	-0,7	-1,2	-0,1	-0,3		
	3	20	0,8	0,8	0,2	-0,3	1,4	1,1		
	4	40	0,8	0,8	0,8	0,3	1,2	0,9		
	5	20	0,8	0,8	0,1	-0,4	0,6	0,4		
SN 4925	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]		
NP	1	20	1,2	-	1,1	-	0,2	-		
	2	5	0,8	-0,4	1,6	0,5	1,1	0,9		
	3	20	0,7	-0,5	0,8	-0,3	1,2	1,0		
	4	40	0,8	-0,4	0,6	-0,5	0,9	0,7		
	5	20	0,4	-0,8	1,6	0,5	1,2	1,0		
SN 4924	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]		
RP	1	20	823,6	-	824,9	-	826,9	-		
	2	5	825,9	0,3	825,5	0,1	825,9	-0,1		
	3	20	825,0	0,2	825,7	0,1	826,3	-0,1		
	4	40	825,8	0,3	825,0	0,0	825,5	-0,2		
	5	20	825,4	0,2	824,9	0,0	824,6	-0,3		
SN 4925	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]		
RP	1	20	814,8	-	814,9	-	813,5	-		
	2	5	817,5	0,3	815,7	0,1	815,8	0,3		
	3	20	815,1	0,0	815,0	0,0	813,5	0,0		
	4	40	813,7	-0,1	813,8	-0,1	813,6	0,0		
	5	20	814,6	0,0	815,0	0,0	814,9	0,2		

Anlage 3 **Netzspannungsabhängigkeit am Nullpunkt/Referenzpunkt** **Seite 1 von 1**

Hersteller Met One Instruments

Messbereich 0 bis 1000 µg/m³
Gerätetyp BAM 1020
Serien-Nr. SN 4924 & SN 4925

Standards NP interne Leermessung auf Filterband
RP eingebaute Referenzfolie

			Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3			
SN 4924	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]		
NP	1	230	-0,2	-	0,0	-	2,1	-		
	2	190	0,2	0,5	-0,1	-0,1	2,6	0,5		
	3	230	0,0	0,3	-0,6	-0,6	-2,4	-4,5		
	4	245	1,3	1,6	-0,8	-0,9	-0,8	-2,9		
	5	230	1,8	2,0	1,1	1,1	0,2	-1,9		
SN 4925	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]		
NP	1	230	0,8	-	0,7	-	1,4	-		
	2	190	1,1	0,3	-0,1	-0,8	1,6	0,2		
	3	230	0,5	-0,2	0,4	-0,3	0,9	-0,5		
	4	245	0,4	-0,3	-0,2	-0,9	1,4	0,0		
	5	230	3,3	2,6	0,2	-0,5	1,3	-0,1		
SN 4924	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]		
RP	1	230	822,0	-	823,7	-	823,4	-		
	2	190	822,6	0,1	824,7	0,1	824,6	0,1		
	3	230	824,2	0,3	823,6	0,0	825,5	0,3		
	4	245	823,3	0,2	824,7	0,1	821,9	-0,2		
	5	230	824,7	0,3	822,7	-0,1	823,9	0,1		
SN 4925	Nr.	Netzspannung [V]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]		
RP	1	230	812,4	-	812,2	-	810,8	-		
	2	190	811,5	-0,1	811,9	0,0	812,8	0,2		
	3	230	812,6	0,0	811,0	-0,1	809,5	-0,2		
	4	245	811,1	-0,2	810,7	-0,2	811,0	0,0		
	5	230	811,1	-0,2	812,4	0,0	811,1	0,0		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen** **Blatt 1 von 10**

Hersteller Met One Instruments

Messbereich 0 bis 1000 µg/m³
Gerätetyp BAM 1020
Serien-Nr. SN 4924 & SN 4925

Messobjekt Schwebstaub PM 10, Außenluft
Standort Köln, Parkplatzgelände
Messwerte in µg/m³ i.N.

Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	TSP [µg/m³]	PM10/TSP [%]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
1	11.02.2006	35,2	35,6	48,5	73,0	29,7	32,8		Köln,
2	12.02.2006					25,7	26,0		Parkplatzgelände
3	13.02.2006	33,8	35,2	49,9	69,1	31,2	33,7		
4	14.02.2006							Durchflussüberprüfung	
5	15.02.2006	13,1	12,3	48,9	26,0	11,4	13,3		
6	16.02.2006	10,4	10,0			10,7	12,2		
7	17.02.2006	10,1	9,7	32,1	30,8	8,3	8,7		
8	18.02.2006					14,6	13,8		
9	19.02.2006					10,8	12,0		
10	20.02.2006	9,6	10,2	20,0	49,5	12,7	15,1		
11	21.02.2006	14,2	14,0	30,5	46,2	14,4	16,5		
12	22.02.2006	16,0	16,2	28,3	56,9	17,7	18,9		
13	23.02.2006					20,5	20,3		
14	24.02.2006					29,7	31,4		
15	25.02.2006	28,1	29,1	39,2	73,0	29,2	31,8		
16	26.02.2006					30,8	31,9		
17	27.02.2006					32,4	34,4		
18	28.02.2006					12,0	14,3		
19	01.03.2006	15,8	15,9	19,2	82,6	15,8	15,1		
20	02.03.2006	19,9	20,5	31,2	64,7	22,5	22,2		
21	03.03.2006	47,1	47,0	63,1	74,6	44,8	47,3		
22	04.03.2006					46,9	48,7		
23	05.03.2006					21,4	23,5		
24	06.03.2006	21,4	21,3			19,9	22,3		
25	07.03.2006	26,5	27,1	29,3	91,5	27,1	29,0		
26	08.03.2006	15,2	14,2	42,6	34,5	14,8	16,8		
27	09.03.2006	15,6	15,3	22,0	70,2	17,5	17,0		
28	10.03.2006	12,6	12,4	17,9	69,8	11,5	12,0		
29	11.03.2006					25,6	27,5		
30	12.03.2006					29,0	30,8		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen** **Blatt 2 von 10**

Hersteller Met One Instruments

Messbereich 0 bis 1000 µg/m³
Gerätetyp BAM 1020
Serien-Nr. SN 4924 & SN 4925

Messobjekt Schwebstaub PM 10, Außenluft
Standort Köln, Parkplatzgelände / Titz-Rödingen
Messwerte in µg/m³ i.N.

Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	TSP [µg/m³]	PM10/TSP [%]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
31	13.03.2006	24,4	24,2	36,2	67,1	25,2	27,6		Köln,
32	14.03.2006	30,3	30,3	92,7	32,7	31,4	33,2		Parkplatzgelände
33	15.03.2006	33,7	34,1	49,0	69,2	35,5	37,0		
34	16.03.2006	39,6	39,3	44,5	88,7	42,2	43,6		
35	17.03.2006					39,6	41,0		
36	18.03.2006	37,2	37,5			40,7	40,8		
37	19.03.2006					59,8	63,0		
38	20.03.2006	64,0	64,0			62,0	66,0		
39	21.03.2006					32,5	33,6		
40	22.03.2006	29,9	30,0			31,4	34,0		
41	23.03.2006	22,0	23,5			29,6	29,6		
42	24.03.2006					35,2	37,8		
43	25.03.2006	8,7	10,4			12,2	12,9		
44	26.03.2006					11,8	12,3		
45	27.03.2006					14,2	15,5		
46	28.03.2006	9,4	9,8			14,0	14,5		
47	29.03.2006	10,8	11,9			16,8	18,0		
48	30.03.2006					10,4	11,3		
49	31.03.2006	10,2	11,5	15,3	70,9	16,1	17,2		
50	01.04.2006					12,0	13,1		
51	02.04.2006					10,4	11,0		
52	03.04.2006					20,8	23,4		
53	04.04.2006					25,2	27,2		
54	26.07.2006	54,3	53,8	85,6	63,1	58,5	60,1		Titz-Rödingen
55	27.07.2006	42,7	43,6	67,9	63,5	47,6	48,7		
56	28.07.2006							Stromausfall	
57	29.07.2006							Stromausfall	
58	30.07.2006	19,3	20,9	26,1	77,0	21,9	23,6		
59	31.07.2006	19,0	20,3	25,1	78,4	23,1	23,6		
60	01.08.2006	17,2	17,3	22,8	75,6	18,1	21,2		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen** **Blatt 3 von 10**

Hersteller Met One Instruments

Messbereich 0 bis 1000 µg/m³
Gerätetyp BAM 1020
Serien-Nr. SN 4924 & SN 4925

Messobjekt Schwebstaub PM 10, Außenluft
Standort Titz-Rödingen
Messwerte in µg/m³ i.N.

Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	TSP [µg/m³]	PM10/TSP [%]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
61	02.08.2006	18,7	19,2	22,2	85,3	20,1	21,7		Titz-Rödingen
62	03.08.2006	17,7	18,9			17,3	19,0		
63	04.08.2006	24,2	24,9	27,1	90,5	26,7	26,9		
64	05.08.2006	21,7	23,1			26,1	27,1		
65	06.08.2006	20,0	20,1	23,0	87,2	22,5	24,0		
66	07.08.2006	23,6	24,7	28,0	86,3	23,2	25,0		
67	08.08.2006	15,5	15,7	17,9	87,2	14,6	15,7		
68	09.08.2006	31,7	29,8	36,0	85,4	29,5	30,3		
69	10.08.2006	23,9	24,4	26,0	92,8	24,5	25,2		
70	11.08.2006	19,1	17,6			17,9	18,5		
71	12.08.2006	21,8	20,9			21,9	23,3		
72	13.08.2006	14,8	13,9	16,9	85,1	14,4	14,1		
73	14.08.2006	14,9	13,9	24,4	59,0	21,9	22,5		
74	15.08.2006	32,9	32,6	34,1	96,2	32,1	32,7		
75	16.08.2006	23,8	25,7	30,9	80,0	26,7	27,3		
76	17.08.2006	18,4	19,5	23,1	82,0	18,5	19,3		
77	18.08.2006	13,1	12,5	16,6	77,2	14,2	13,8		
78	19.08.2006	12,4	14,2			14,9	16,6		
79	20.08.2006	10,9	12,4			14,3	15,3		
80	21.08.2006	16,3	16,6	18,9	87,1	19,7	20,0		
81	22.08.2006	20,7	21,7	23,3	91,0	22,3	23,0		
82	23.08.2006	41,0	41,9	55,4	74,8	45,7	45,9		
83	24.08.2006	16,1	17,3	21,9	76,3	18,4	19,7		
84	25.08.2006	34,2	33,3	56,8	59,5	35,0	36,6		
85	26.08.2006	33,3	32,8			34,6	33,7		
86	27.08.2006	22,8	22,5	26,7	84,7	24,4	25,1		
87	28.08.2006	13,6	14,0	16,4	84,3	15,3	15,6		
88	29.08.2006	14,5	15,4			16,7	15,4		
89	30.08.2006							Stromzähler installiert	
90	31.08.2006	17,7	19,4			23,7	23,4		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen** **Blatt 4 von 10**

Hersteller Met One Instruments

Messbereich 0 bis 1000 µg/m³
Gerätetyp BAM 1020
Serien-Nr. SN 4924 & SN 4925

Messobjekt Schwebstaub PM 10, Außenluft
Standort Titz-Rödingen / Köln, Frankf. Str.
Messwerte in µg/m³ i.N.

Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	TSP [µg/m³]	PM10/TSP [%]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
91	01.09.2006	25,1	25,0	43,9	57,1	28,2	28,2		Titz-Rödingen
92	02.09.2006	22,1	21,7			22,2	25,5		
93	03.09.2006	10,1	9,7	23,5	42,1	11,1	13,7		
94	29.09.2006	35,4	32,8	42,4	80,4	36,0	37,3		Köln, Frankf. Str.
95	30.09.2006	20,2	21,2			17,7	19,1		
96	01.10.2006	16,3	16,6	17,2	95,8	12,4	14,0		
97	02.10.2006	19,2	18,3	21,0	89,2	12,9	14,1		
98	03.10.2006	20,0	19,3			16,4	18,0		
99	04.10.2006	24,7	25,0	29,1	85,3	22,6	24,5		
100	05.10.2006	14,9	13,4	17,4	81,1	16,0	16,6		
101	06.10.2006	15,0	13,7	17,4	82,6	14,0	13,8		
102	07.10.2006	21,5	22,3			20,1	21,0		
103	08.10.2006	24,7	24,0			22,8	23,0		
104	09.10.2006	32,0	32,2	39,6	81,0	32,4	31,3		
105	10.10.2006	38,1	37,9			36,7	36,9		
106	11.10.2006	42,2	41,6			38,8	40,3		
107	12.10.2006	54,0	53,4			52,4	54,4		
108	13.10.2006	43,8	43,9			42,1	44,4		
109	14.10.2006	53,7	51,6	52,9	99,5	49,3	50,8		
110	15.10.2006	38,9	37,0			38,8	38,9		
111	16.10.2006	32,2	30,4	38,1	82,1	33,2	34,1		
112	17.10.2006	33,3	31,7	40,1	81,0	35,4	35,6		
113	18.10.2006	33,9	32,2	51,2	64,5	37,5	38,2		
114	19.10.2006	24,3	23,2	31,6	75,3	23,4	24,9		
115	20.10.2006	15,3	14,1	18,8	78,1	14,3	15,7		
116	21.10.2006	14,6	12,7	18,5	73,7	12,8	14,8		
117	22.10.2006	14,3	13,9			12,5	16,4		
118	23.10.2006	16,7	16,8	18,6	89,9	16,7	18,1		
119	24.10.2006	20,6	20,5	26,4	77,9	19,1	19,7		
120	25.10.2006	21,0	19,9	30,9	66,1	23,9	23,9		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Normbedingungen** **Blatt 5 von 10**

Hersteller Met One Instruments

Messbereich 0 bis 1000 µg/m³
Gerätetyp BAM 1020
Serien-Nr. SN 4924 & SN 4925

Messobjekt Schwebstaub PM 10, Außenluft
Standort Köln, Frankf. Str.
Messwerte in µg/m³ i.N.

Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	TSP [µg/m³]	PM10/TSP [%]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
121	26.10.2006	31,0	31,4	41,5	75,2	33,5	36,4		Köln, Frankf. Str.
122	27.10.2006	29,8	28,6	41,5	70,3	27,6	29,4	Wechsel auf EU-Kopf	Köln, Frankf. Str.
123	28.10.2006	23,6	22,4	26,9	85,5	24,0	23,9		
124	29.10.2006	23,9	22,4			23,5	23,8		
125	30.10.2006	36,3	35,3	50,8	70,4	34,7	34,8		
126	31.10.2006	22,1	22,2	33,1	66,9	20,9	22,2		
127	01.11.2006	22,3	21,0	34,6	62,6	22,5	23,3		
128	02.11.2006	28,7	27,3	32,8	85,4	28,2	28,1		
129	03.11.2006	37,4	37,2	43,9	85,0	35,6	35,6		
130	04.11.2006	32,3	32,7			34,0	31,7		
131	05.11.2006	29,9	31,0	43,2	70,5	35,7	34,0		
132	06.11.2006	39,9	41,6	56,4	72,2	43,8	42,7		
133	07.11.2006	35,6	36,9			40,0	37,3		
134	08.11.2006	31,3	32,0	38,6	82,0	30,7	30,9		
135	09.11.2006	27,5	27,8	35,6	77,7	25,3	24,5		
136	10.11.2006	38,0	36,6	50,4	74,1	35,1	34,6		
137	11.11.2006	17,9	16,7	20,6	84,0	18,2	17,7		
138	12.11.2006	19,3	19,8	22,1	88,6	19,6	18,6		
139	13.11.2006	14,3	14,7	16,8	86,1	14,3	14,3		
140	14.11.2006	16,3	15,6	19,6	81,4	14,4	16,0		
141	15.11.2006	28,1	27,8	39,3	71,0	26,1	26,3		
142	16.11.2006	21,9	23,3			21,2	22,2		
143	17.11.2006	15,2	15,4	22,9	66,7	15,2	14,7		
144	18.11.2006	21,7	21,6	30,9	70,1	22,9	23,0		
145	19.11.2006	19,9	21,1	22,0	93,2	21,1	21,3		
146	20.11.2006	13,7	13,9	19,7	70,2	15,8	15,4		
147	21.11.2006	19,5	20,5	24,9	80,3	18,5	20,5		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 6 von 10**

Hersteller	Met One Instruments	Messobjekt	Schwebstaub PM 10, Außenluft
Messbereich	0 bis 1000 µg/m³	Standort	Köln, Parkplatzgelände
Gerätetyp	BAM 1020		Messwerte in µg/m³ i.B.
Serien-Nr.	SN 4924 & SN 4925		zur Auswertung gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods"

Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
1	11.02.2006	35,2	35,5	29,8	32,9		Köln,
2	12.02.2006			25,7	26,0		Parkplatzgelände
3	13.02.2006	33,4	35,7	30,9	33,3		
4	14.02.2006					Durchflussüberprüfung	
5	15.02.2006	12,5	11,7	10,9	12,7		
6	16.02.2006	9,8	9,4	10,1	11,5		
7	17.02.2006	9,6	9,2	8,2	8,7		
8	18.02.2006			14,0	13,3		
9	19.02.2006			10,4	11,5		
10	20.02.2006	9,2	10,0	12,4	14,7		
11	21.02.2006	14,0	13,8	14,1	16,1		
12	22.02.2006	16,0	16,1	17,7	18,9		
13	23.02.2006			20,5	20,3		
14	24.02.2006			29,5	31,1		
15	25.02.2006	27,9	28,8	29,1	31,6		
16	26.02.2006			31,1	32,2		
17	27.02.2006			32,1	34,1		
18	28.02.2006			11,8	14,0		
19	01.03.2006	15,5	15,7	15,6	14,9		
20	02.03.2006	19,1	20,0	22,1	21,8		
21	03.03.2006	45,8	45,9	43,9	46,3		
22	04.03.2006			46,1	47,8		
23	05.03.2006			21,0	23,1		
24	06.03.2006	21,1	21,0	19,8	22,0		
25	07.03.2006	26,2	26,6	26,8	28,7		
26	08.03.2006	14,6	13,6	14,3	16,3		
27	09.03.2006	14,8	14,6	16,8	16,2		
28	10.03.2006	12,1	12,0	11,1	11,6		
29	11.03.2006			25,8	27,5		
30	12.03.2006			29,9	31,7		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 7 von 10**

Hersteller Met One Instruments

Messbereich 0 bis 1000 µg/m³
Gerätetyp BAM 1020
Serien-Nr. SN 4924 & SN 4925

Messobjekt Schwebstaub PM 10, Außenluft
Standort Köln, Parkplatzgelände / Titz-Rödingen
Messwerte in µg/m³ i.B.
zur Auswertung gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods"

Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
31	13.03.2006	24,7	24,5	25,7	28,0		Köln, Parkplatzgelände
32	14.03.2006	30,2	30,1	31,4	33,2		
33	15.03.2006	33,3	33,6	35,2	36,7		
34	16.03.2006	39,2	39,1	42,1	43,5		
35	17.03.2006			39,5	40,8		
36	18.03.2006	37,0	37,2	40,3	40,4		
37	19.03.2006			58,8	61,9		
38	20.03.2006	62,5	62,5	60,9	64,8		
39	21.03.2006			31,8	32,9		
40	22.03.2006	29,3	29,4	31,1	33,6		
41	23.03.2006	21,3	22,7	28,8	28,7		
42	24.03.2006			33,6	36,1		
43	25.03.2006	8,1	9,8	11,5	12,2		
44	26.03.2006			11,1	11,5		
45	27.03.2006			13,4	14,7		
46	28.03.2006	8,9	9,3	13,4	13,8		
47	29.03.2006	10,3	11,2	16,1	17,3		
48	30.03.2006			9,8	10,6		
49	31.03.2006	9,6	10,9	15,3	16,3		
50	01.04.2006			11,5	12,5		
51	02.04.2006			10,0	10,5		
52	03.04.2006			20,3	22,8		
53	04.04.2006			24,7	26,7		
54	26.07.2006	49,1	48,6	52,8	54,2		Titz-Rödingen
55	27.07.2006	39,0	39,7	43,4	44,4		
56	28.07.2006					Stromausfall	
57	29.07.2006					Stromausfall	
58	30.07.2006	17,8	19,2	20,0	21,6		
59	31.07.2006	17,6	18,7	21,3	21,8		
60	01.08.2006	15,9	16,0	16,8	19,6		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 8 von 10**

Hersteller	Met One Instruments	Messobjekt	Schwebstaub PM 10, Außenluft
Messbereich	0 bis 1000 µg/m³	Standort	Titz-Rödingen
Gerätetyp	BAM 1020		Messwerte in µg/m³ i.B.
Serien-Nr.	SN 4924 & SN 4925		zur Auswertung gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods"

Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
61	02.08.2006	17,4	17,8	18,7	20,2		Titz-Rödingen
62	03.08.2006	16,5	17,6	16,2	17,8		
63	04.08.2006	22,5	23,0	24,8	25,0		
64	05.08.2006	20,1	21,4	24,3	25,2		
65	06.08.2006	18,7	18,7	21,0	22,4		
66	07.08.2006	22,0	22,9	21,6	23,3		
67	08.08.2006	14,6	14,8	13,7	14,8		
68	09.08.2006	29,8	28,0	27,7	28,5		
69	10.08.2006	22,6	22,9	23,0	23,7		
70	11.08.2006	18,0	16,6	16,9	17,5		
71	12.08.2006	20,4	19,5	20,5	21,8		
72	13.08.2006	13,8	12,9	13,5	13,2		
73	14.08.2006	13,8	12,9	20,4	20,9		
74	15.08.2006	30,7	30,3	29,9	30,5		
75	16.08.2006	22,0	23,6	24,8	25,3		
76	17.08.2006	16,9	17,8	16,9	17,7		
77	18.08.2006	12,1	11,6	13,1	12,7		
78	19.08.2006	11,5	13,2	13,8	15,4		
79	20.08.2006	10,3	11,6	13,5	14,4		
80	21.08.2006	15,4	15,5	18,5	18,8		
81	22.08.2006	19,5	20,4	21,0	21,7		
82	23.08.2006	38,2	38,9	42,6	42,8		
83	24.08.2006	15,0	16,1	17,1	18,4		
84	25.08.2006	31,9	31,0	32,5	34,0		
85	26.08.2006	31,1	30,6	32,3	31,5		
86	27.08.2006	21,3	21,0	22,8	23,5		
87	28.08.2006	12,8	13,2	14,4	14,6		
88	29.08.2006	13,7	14,5	15,7	14,5		
89	30.08.2006					Stromzähler installiert	
90	31.08.2006	16,7	18,2	22,3	22,0		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 9 von 10**

Hersteller Met One Instruments

Messbereich 0 bis 1000 µg/m³
Gerätetyp BAM 1020
Serien-Nr. SN 4924 & SN 4925

Messobjekt Schwebstaub PM 10, Außenluft
Standort Titz-Rödingen / Köln, Frankf. Str.
Messwerte in µg/m³ i.B. zur Auswertung gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods"

Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
91	01.09.2006	23,3	23,1	26,1	26,1		Titz-Rödingen
92	02.09.2006	20,4	20,0	20,5	23,5		
93	03.09.2006	9,3	8,9	10,3	12,6		
94	29.09.2006	32,9	30,4	33,5	34,6		Köln, Frankf. Str.
95	30.09.2006	18,8	19,7	16,5	17,8		
96	01.10.2006	15,2	15,4	11,5	13,0		
97	02.10.2006	17,9	17,0	12,0	13,1		
98	03.10.2006	18,8	18,1	15,4	16,9		
99	04.10.2006	23,5	23,7	21,5	23,3		
100	05.10.2006	14,1	12,6	15,2	15,7		
101	06.10.2006	14,1	12,8	13,1	13,0		
102	07.10.2006	20,6	21,3	19,3	20,1		
103	08.10.2006	23,7	23,0	21,8	22,0		
104	09.10.2006	30,4	30,4	30,8	29,7		
105	10.10.2006	36,2	35,9	34,8	35,0		
106	11.10.2006	39,7	38,9	36,5	37,9		
107	12.10.2006	51,1	50,4	49,5	51,3		
108	13.10.2006	42,0	42,0	40,3	42,5		
109	14.10.2006	52,1	50,0	47,8	49,3		
110	15.10.2006	37,7	35,7	37,5	37,6		
111	16.10.2006	31,0	29,2	32,0	32,8		
112	17.10.2006	31,8	30,1	33,8	33,9		
113	18.10.2006	31,8	30,1	34,8	35,4		
114	19.10.2006	22,7	21,6	21,8	23,2		
115	20.10.2006	14,2	13,1	13,3	14,5		
116	21.10.2006	13,6	11,8	12,0	13,8		
117	22.10.2006	13,2	12,9	11,6	15,2		
118	23.10.2006	15,4	15,4	15,4	16,7		
119	24.10.2006	19,4	19,2	18,1	18,6		
120	25.10.2006	19,8	18,7	22,5	22,5		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 10 von 10**

Hersteller Met One Instruments

Messbereich 0 bis 1000 µg/m³
Gerätetyp BAM 1020
Serien-Nr. SN 4924 & SN 4925

Messobjekt Schwebstaub PM 10, Außenluft
Standort Köln, Frankf. Str.
Messwerte in µg/m³ i.B. zur Auswertung gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods"

Nr.	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]	SN 4924 [µg/m³]	SN 4925 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
121	26.10.2006	33,4	29,0	31,1	33,7		Köln, Frankf. Str.
122	27.10.2006	31,1	27,2	27,5	28,1	Wechsel auf EU-Kopf	Köln, Frankf. Str.
123	28.10.2006	24,8	21,2	22,8	22,7		
124	29.10.2006	25,0	21,4	22,5	22,8		
125	30.10.2006	37,8	33,7	33,3	33,3		
126	31.10.2006	23,2	21,0	19,8	21,0		
127	01.11.2006	22,6	20,7	22,2	23,0		
128	02.11.2006	28,9	27,0	28,0	27,8		
129	03.11.2006	37,8	36,6	35,1	35,1		
130	04.11.2006	33,0	31,9	33,3	31,0		
131	05.11.2006	30,7	30,1	34,8	33,0		
132	06.11.2006	40,9	40,4	42,7	41,6		
133	07.11.2006	36,4	35,9	39,0	36,3		
134	08.11.2006	32,5	30,8	29,6	29,8		
135	09.11.2006	27,9	27,3	25,0	24,2		
136	10.11.2006	38,5	36,0	34,6	34,2		
137	11.11.2006	18,5	16,1	17,5	17,1		
138	12.11.2006	19,9	19,2	19,0	18,0		
139	13.11.2006	15,0	13,9	13,6	13,6		
140	14.11.2006	17,1	14,8	13,6	15,2		
141	15.11.2006	29,6	26,2	24,7	24,9		
142	16.11.2006	23,4	21,7	19,8	20,7		
143	17.11.2006	15,9	14,6	14,5	14,0		
144	18.11.2006	22,3	21,0	22,3	22,4		
145	19.11.2006	20,3	20,6	20,7	20,8		
146	20.11.2006	14,3	13,4	15,2	14,9		
147	21.11.2006	20,4	19,5	17,7	19,6		

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 1 von 5**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
1	11.02.2006	Köln,	1,9	1020	82,9	0,0	187,4	0,7
2	12.02.2006	Parkplatzgelände	2,5	1016	65,3	0,7	193	0,0
3	13.02.2006		4,1	1012	61,0	1,0	186	0,0
4	14.02.2006		5,4	1006	79,7	1,4	179	1,5
5	15.02.2006		7,1	987	84,8	1,4	198	13,3
6	16.02.2006		7,2	982	75,8	0,9	211	2,2
7	17.02.2006		6,6	985	66,7	1,1	205	1,1
8	18.02.2006		5,4	989	80,2	0,2	199	8,5
9	19.02.2006		6,9	993	69,2	0,8	159	2,2
10	20.02.2006		3,2	1000	82,6	1,0	112	6,7
11	21.02.2006		4,0	1009	72,2	1,0	112	1,5
12	22.02.2006		1,8	1016	60,9	1,4	111	0,0
13	23.02.2006		0,5	1012	50,9	1,1	116	0,0
14	24.02.2006		2,6	1009	49,7	1,9	112	0,0
15	25.02.2006		1,0	1008	50,8	1,3	112	0,0
16	26.02.2006		-1,9	1011	72,8	0,5	105	0,0
17	27.02.2006		1,2	1003	89,1	0,2	185	3,7
18	28.02.2006		1,2	992	88,9	1,7	234	4,8
19	01.03.2006		-0,7	994	71,4	1,2	194	1,9
20	02.03.2006		0,7	994	60,2	0,3	158	0,4
21	03.03.2006		0,3	989	80,6	0,5	196	1,1
22	04.03.2006		0,2	992	69,4	0,0	198	0,4
23	05.03.2006		2,6	1000	65,8	1,6	217	1,1
24	06.03.2006		2,4	1008	69,6	2,4	243	1,5
25	07.03.2006		2,8	1008	54,0	0,5	171	0,0
26	08.03.2006		4,9	991	86,9	0,9	158	15,2
27	09.03.2006		7,9	991	81,5	1,1	194	3,7
28	10.03.2006		4,9	993	77,4	0,5	206	13,3
29	11.03.2006		-1,2	1009	68,7	2,3	199	1,1
30	12.03.2006		-3,2	1024	51,9	0,7	126	0,0

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 2 von 5**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
31	13.03.2006	Köln,	-0,1	1022	42,0	0,5	152	0,0
32	14.03.2006	Parkplatzgelände	2,2	1016	39,6	0,8	146	0,0
33	15.03.2006		4,4	1014	42,9	0,9	135	0,0
34	16.03.2006		2,6	1016	46,4	1,0	131	0,0
35	17.03.2006		2,8	1015	52,3	1,9	108	0,0
36	18.03.2006		3,8	1010	57,7	1,2	128	0,0
37	19.03.2006		4,5	1004	55,5	0,7	168	0,0
38	20.03.2006		3,9	1002	62,4	0,5	124	0,0
39	21.03.2006		3,6	1001	43,3	1,0	114	0,0
40	22.03.2006		3,3	1003	42,2	2,0	62	0,0
41	23.03.2006		6,6	1001	33,7	1,8	150	0,0
42	24.03.2006		8,7	992	72,3	0,3	162	3,3
43	25.03.2006		13,4	999	66,4	1,7	208	4,4
44	26.03.2006		15,6	1000	66,7	0,5	162	1,1
45	27.03.2006		13,4	996	60,2	1,4	186	4,8
46	28.03.2006		9,8	996	58,2	0,7	188	1,9
47	29.03.2006		9,1	1001	70,2	0,9	184	8,5
48	30.03.2006		12,8	995	68,7	1,3	205	8,9
49	31.03.2006		12,2	1002	61,9	2,6	218	5,6
50	01.04.2006		10,7	1002	65,2	0,8	179	7,8
51	02.04.2006		11,5	1002	46,8	3,0	230	3,7
52	03.04.2006		8,3	1009	59,9	1,2	220	2,6
53	04.04.2006		5,5	1007	54,0	1,4	179	0,0
54	26.07.2006	Titz-Rödingen	26,5	1003	55,8	0,0	197	0,0
55	27.07.2006		24,1	1003	64,7	0,0	256	3,0
56	28.07.2006		20,6	999	80,1	0,0	237	26,6
57	29.07.2006		21,7	999	70,5	0,0	267	0,0
58	30.07.2006		21,0	1001	70,5	0,0	207	8,0
59	31.07.2006		20,1	1001	63,0	0,0	223	0,0
60	01.08.2006		17,5	995	71,6	1,0	229	9,8

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 3 von 5**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
61	02.08.2006	Titz-Rödingen	15,7	994	72,8	0,8	224	2,1
62	03.08.2006		15,1	996	79,8	0,0	280	5,3
63	04.08.2006		17,9	1000	77,2	0,2	176	35,7
64	05.08.2006		19,3	1006	73,3	0,1	254	0,0
65	06.08.2006		18,7	1007	71,0	0,1	277	0,0
66	07.08.2006		18,8	1006	75,0	0,3	241	2,7
67	08.08.2006		15,9	1006	71,7	0,2	236	0,0
68	09.08.2006		15,0	1002	78,3	0,0	234	3,9
69	10.08.2006		13,7	1001	78,1	0,0	246	9,2
70	11.08.2006		12,7	998	81,0	0,1	231	10,4
71	12.08.2006		14,1	995	74,4	0,1	163	4,1
72	13.08.2006		15,0	994	71,8	0,6	169	0,3
73	14.08.2006		15,2	994	80,4	0,4	246	11,2
74	15.08.2006		16,0	997	79,4	0,2	164	3,8
75	16.08.2006		17,4	993	75,3	0,2	120	1,5
76	17.08.2006		18,9	992	73,9	0,2	122	4,5
77	18.08.2006		18,8	998	68,8	1,6	203	1,5
78	19.08.2006		18,3	1002	72,4	0,1	175	3,0
79	20.08.2006		16,5	1005	75,0	1,7	233	12,1
80	21.08.2006		15,7	1004	80,3	0,3	200	18,3
81	22.08.2006		14,8	1006	79,5	0,0	221	0,0
82	23.08.2006		17,5	1001	72,0	0,1	183	0,0
83	24.08.2006		16,0	995	75,1	1,2	203	5,3
84	25.08.2006		16,1	997	80,5	0,1	269	2,4
85	26.08.2006		15,5	998	79,9	0,0	210	0,9
86	27.08.2006		15,6	1000	80,5	0,1	242	11,2
87	28.08.2006		12,7	995	81,7	0,4	200	12,1
88	29.08.2006		12,7	997	77,8	0,2	198	8,9
89	30.08.2006		13,1	1008	79,6	0,0	170	4,2
90	31.08.2006		16,9	1010	69,9	0,6	255	0,0

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 4 von 5**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
91	01.09.2006	Titz-Rödingen	20,0	1003	66,1	0,6	225	0,0
92	02.09.2006		19,8	1000	65,5	2,1	224	0,0
93	03.09.2006		20,2	1003	75,9	2,7	172	3,5
94	29.09.2006	Köln, Frankf. Str.	18,7	1003	68,5	0,4	175	0,6
95	30.09.2006		18,2	1004	67,3	0,1	199	1,2
96	01.10.2006		18,6	1003	63,8	0,5	207	0,3
97	02.10.2006		16,6	999	64,2	0,3	201	0,0
98	03.10.2006		14,3	996	73,4	0,2	286	1,5
99	04.10.2006		12,7	1006	75,6	0,4	227	2,7
100	05.10.2006		14,9	1009	68,1	0,2	199	6,8
101	06.10.2006		15,9	1002	72,1	1,2	214	11,8
102	07.10.2006		12,1	1011	70,4	2,0	243	0,3
103	08.10.2006		12,7	1014	69,6	0,0	184	0,0
104	09.10.2006		15,4	1013	70,2	0,1	170	0,0
105	10.10.2006		15,1	1012	74,7	0,1	139	0,0
106	11.10.2006		16,7	1007	70,6	0,7	173	0,0
107	12.10.2006		17,4	1017	75,3	0,1	231	0,0
108	13.10.2006		15,3	1023	77,8	0,0	155	0,0
109	14.10.2006		11,7	1022	73,8	0,6	111	0,0
110	15.10.2006		11,6	1020	67,7	0,4	119	0,0
111	16.10.2006		11,7	1015	67,3	2,0	168	0,0
112	17.10.2006		12,6	1007	65,8	2,6	172	0,0
113	18.10.2006		15,1	998	65,3	1,3	174	0,0
114	19.10.2006		15,1	993	76,0	1,6	166	1,8
115	20.10.2006		14,9	992	76,7	0,1	183	6,2
116	21.10.2006		15,7	997	69,1	0,3	188	0,3
117	22.10.2006		16,6	994	69,3	1,6	186	0,9
118	23.10.2006		16,7	989	76,9	1,2	192	19,8
119	24.10.2006		13,2	996	74,5	2,2	250	2,4
120	25.10.2006		14,5	1002	66,3	2,8	168	0,0

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 5 von 5**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
121	26.10.2006	Köln, Frankf. Str.	19,1	1003	64,2	0,5	222	0,0
122	27.10.2006		14,7	1017	68,8	0,3	252	0,0
123	28.10.2006		15,7	1014	75,6	0,2	252	0,9
124	29.10.2006		13,4	1016	72,0	2,1	259	0,0
125	30.10.2006		11,9	1010	70,4	0,1	174	0,0
126	31.10.2006		11,5	1001	68,1	3,3	273	2,4
127	01.11.2006		5,6	1017	65,4	3,8	225	1,5
128	02.11.2006		5,5	1022	76,8	1,0	262	2,1
129	03.11.2006		7,4	1024	76,3	0,0	311	0,0
130	04.11.2006		9,8	1024	70,6	1,2	275	0,0
131	05.11.2006		10,7	1021	73,3	1,2	291	0,0
132	06.11.2006		9,6	1020	71,3	0,5	261	0,0
133	07.11.2006		7,9	1014	70,7	0,2	172	0,0
134	08.11.2006		11,3	1014	72,6	0,5	266	7,7
135	09.11.2006		8,3	1024	70,9	2,2	248	0,0
136	10.11.2006		7,0	1022	69,4	1,3	173	2,4
137	11.11.2006		9,3	1007	73,9	3,8	261	9,5
138	12.11.2006		7,9	1009	74,5	2,8	282	4,2
139	13.11.2006		10,5	1001	79,5	0,6	237	2,4
140	14.11.2006		12,8	1005	74,0	0,2	186	1,5
141	15.11.2006		13,1	1003	73,0	2,4	177	0,0
142	16.11.2006		15,8	998	65,5	2,4	195	3,0
143	17.11.2006		11,2	1003	74,4	1,9	182	0,3
144	18.11.2006		8,3	1012	77,1	0,3	194	1,2
145	19.11.2006		6,0	1011	82,7	1,4	199	10,0
146	20.11.2006		9,9	1000	80,1	0,1	282	13,6
147	21.11.2006		7,1	992	76,4	0,4	218	2,4

Anlage 6: Softwareversion

Blatt 1 von 1

Anmerkung: Während der Prüfung wurde die Software beständig bis zur Version 3236-02 3.2.1b weiterentwickelt und optimiert. Es ist durch die durchgeführten Änderungen bis zur Version 3236-02 3.2.1b kein Einfluss auf die Geräteperformance zu erwarten.

Anhang 2

Handbuch BAM-1020-9800 REV E

zusammen mit

Software Revision 3.0.0

Software Revision 3.1.0

Software Revision 3.2.0

Software Revision 3.2.1b

Handbuch Temperatursensor BX-592

Handbuch Luftdrucksensor BX-594

TÜV RHEINLAND
ENERGIE UND UMWELT GMBH

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-11120-02-00

Addendum

Addendum zum Eignungsprüfbericht der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM_{10}-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM_{10} zum TÜV-Bericht 936/21205333/A vom 06.12.2006

Bericht-Nr.: 936/21220762/A
Köln, 12.12.2012

luft@de.tuv.com

Die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
ist mit der Abteilung Immissionsschutz für die Arbeitsgebiete:

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Geruchsstoffen,
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung.
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Akkreditierung ist gültig bis 31-01-2013. DAkkS-Registriernummer: D-PL-11120-02-00.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
D- 51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-2756, Fax: 0221 806-1349

Leerseite

Kurzfassung

Die Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider der Firma Met One Instrument, Inc. wurde eignungsgeprüft und wie folgt bekanntgegeben.

1. BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. April 2007 (BAnz. S. 4139, Kapitel III Nummer 1.2)

   Die letzte Mitteilung zur Messeinrichtung erfolgte:

   BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 06. Juli 2012 (BAnz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV 6. Mitteilung), Stellungnahme vom 21. März 2012

Die Prüfung der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM10-Vorabscheider wurde im Jahr 2006 so gestaltet, dass die Prüfungen gemäß den Mindestanforderungen der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 sowie der entsprechenden europäischen Richtlinie EN 12341 ausgewertet und dokumentiert wurden. Darüber hinaus erfolgte für die drei Kampagnen auch eine Auswertung der vorhandenen Datensätze gemäß dem Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ in der Version 2005. Es konnte allerdings damals aus formalen Gründen kein Nachweis der Äquivalenz erfolgen, da nur drei statt der geforderten vier Vergleiche vorlagen und auch die Anzahl der validen Datenpaare für die einzelnen Vergleiche unter der geforderten Mindestanzahl von 40 liegt.

Um unter Berücksichtigung der vorhandenen Datensätze dennoch die Äquivalenz gemäß Leitfaden "Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" in der aktuellen Version 2010 nachzuweisen, wurde gemeinsam mit den englischen Projektpartnern im UK-GER PM Equivalence Programm folgende Vorgehensweise festgelegt:

Es erfolgt eine erneute Auswertung der Äquivalenz der folgenden Datensätze gemäß dem Leitfaden 2010 für folgende Standorte:

> Standorte Köln, Parkplatz, Titz-Rödingen und Köln, Frankfurter Str. aus der bestehenden dt. Eignungsprüfung
>
> zusätzlich jeweils mit BAM-1020 in gleicher Bauart
>
> 2 Standorte (Steyregg, Graz) aus österreichischen Äquivalenzuntersuchungen aus 2007 / 2008, durchgeführt durch das Umweltbundesamt Österreich,

1 Standort (Tusimice) aus tschechischen Äquivalenzuntersuchungen aus 2010, durchgeführt durch das Czech Hydrometeorological Institute,

1 Standort (Teddington) aus englischen Äquivalenzuntersuchungen aus 2012, durchgeführt durch NPL / Bureau Veritas UK.

Damit fließen insgesamt 7 Vergleichsmesskampagnen in die Auswertung und die formalen Bedingungen einer Äquivalenzprüfung nach Leitfaden 2010 (mindestens 4 Vergleiche a 40 Messwertpaare) werden erfüllt. Es werden alle Daten aller Stationen aus den verwendeten Äquivalenzprüfungen verwendet. Die Vorgehensweise soll darüber hinaus zeigen, dass auch unter diesen Bedingungen (verschiedene Sites in verschiedenen Ländern, verschiedene Geräte gleicher Bauart, verschiedene Bediener) die Äquivalenz nachgewiesen werden kann.

Im folgenden Addendum zum Eignungsprüfbericht wird die Auswertung der Äquivalenzprüfung detailliert dargestellt. Dieses Addendum ist nach seiner Veröffentlichung fester Bestandteil des TÜV Rheinland Prüfberichts der Nummer 936/212053333/A.

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeines und Methodik der Äquivalenzprüfung (Module 5.4.9 – 5.4.11) 7
2. 5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs}.....10
3. 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge.....18
4. 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen 34
5. Anhang (Akkreditierungen) 42
6. Anhang (Messdaten).....47

Leerseite

1. Allgemeines und Methodik der Äquivalenzprüfung (Module 5.4.9 – 5.4.11)

Für die nachfolgende Äquivalenzprüfung wurden die folgenden historischen Vergleichsmesskampagnen herangezogen:

Tabelle 1: Übersicht Vergleichsmesskampagnen

Nr.	Land	Standort	Zeitraum	Prüflinge	Charakterisierung	Institut
1	D	Köln, Parkplatz	02/2006 – 04/2006	SN4924 / SN 4925	Städtischer Hintergrund	TÜV Rheinland
2	D	Titz-Rödingen	07/2006 – 09/2006	SN4924 / SN 4925	Ländlich	TÜV Rheinland
3	D	Köln, Frankf. Str.	09/2006 – 11/2006	SN4924 / SN 4925	Verkehrsbeeinflusst	TÜV Rheinland
4	A	Steyregg	06/2008 – 08/2008	Ö1 / Ö2	Vorstädtisch	UBA Österreich
5	A	Graz	12/2007 – 03/2008	Ö1 / Ö2	Städtischer Hintergrund + Verkehr	UBA Österreich
6	CZ	Tusimice	01/2010 – 06/2010	J7860 / J7863	Industrie	CHMI
7	UK	Teddington	04/2012 – 05/2012	17011 / 17022	Städtischer Hintergrund	NPL / Bureau Veritas

Alle Messdaten wurden entweder von akkreditierten Prüfinstituten oder von nationalen Referenzlaboratorien erzeugt. Die jeweiligen Nachweise der Akkreditierung sind im Anhang in Abbildung 28 bis Abbildung 31 zu finden.

Die Vergleichsmesskampagnen zeichnen sich durch folgende Kenngrößen aus:

Tabelle 2: Umgebungsbedingungen bei den Vergleichsmesskampagnen

Nr.	Standort	Lufttemperatur [°C]	Rel. Luft-feuchte [%]	Wind-geschwindigkeit [m/s]	Anzahl valide Mess-wertpaare	Anzahl ≥40*
1	Köln, Park-platz	4,7 -3,2 – 15,6	64,0 33,7 – 89,1	1,1 0,0 – 3,0	29	Nein
2	Titz-Rödingen	17,3 12,7 – 26,5	74,2 55,8 – 81,7	0,4 0,0 – 2,7	37	Nein
3	Köln, Frankf. Str.	15,1 11,6 – 19,1	70,5 63,8 – 77,8	0,8 0,0 – 2,8	28	Nein
4	Steyregg	19,7 10,9 – 26,2	74,0 58,7 – 94,6	1,3 0,3 – 2,5	45	Ja
5	Graz	2,7 -5,9 – 13,3	73,8 33,9 - 100	0,6 0,0 – 3,1	45	Ja
6	Tusimice	2,7 -13,0 – 19,0	82,9 24,0 – 96,0	0,7 0,0 – 3,1	97 (J7860) 96 (J7863)	Ja
7	Teddington	10,3 5,8 – 14,9	74,0 51,9 – 91,8	1,1 0,1 – 3,5	40	Ja

* Der Leitfaden vom Januar 2010 verlangt mindestens 4 Vergleichskampagnen mit je mindestens 40 validen Messwertpaaren. Diese formale Anforderung wird durch die Einbeziehung der Standorte Steyregg, Graz, Tusimice und Teddington erfüllt. Die drei Vergleichskampagnen aus der ursprünglichen Eignungsprüfung aus 2006 werden zusätzlich zu den vorhandenen Datensätzen ergänzt und ausgewertet.

In der Anlage zu diesem Addendum sind alle Einzelwerte aufgeführt.

Gemäß der Version des Leitfadens vom Januar 2010 müssen zum Nachweis der Äquivalenz die folgenden 5 Kriterien erfüllt werden:

1. Vom Gesamtdatensatz müssen mindestens 20 % der Konzentrationswerte (ermittelt mit Referenzmethode) größer sein als die in 2008/50/EG festgelegte obere Beurteilungsschwelle für Jahresgrenzwerte, d.h. 28 µg/m³ für PM_{10} und 17 µg/m³ für $PM_{2,5}$.
2. Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen muss kleiner sein als 2,5 µg/m³ für alle Daten sowie für einen Datensatz mit Daten größer/gleich 30 µg/m³ für PM_{10} und 18 µg/m³ für $PM_{2,5}$.
3. Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten muss kleiner sein als 2,0 µg/m³.

4. Die erweiterte Unsicherheit (W_{CM}) wird berechnet bei 50 µg/m³ für PM_{10} und bei 30 µg/m³ für $PM_{2,5}$ für jeden einzelnen Prüfling gegen den Mittelwert der Referenzmethode. Für jeden der folgenden Fälle muss die erweiterte Unsicherheit kleiner 25 % sein:
   - Gesamtdatensatz;
   - Datensatz mit PM-Konzentrationen größer/gleich 30 µg/m³ für PM_{10} oder größer/gleich 18 µg/m³ für $PM_{2,5}$, vorausgesetzt der Datensatz enthält 40 oder mehr gültige Datenpaare;
   - Datensätze für jeden einzelnen Standort.
5. Voraussetzung für die Akzeptanz des Komplettdatensatzes ist, dass die Steigung b insignifikant verschieden ist von 1: $|b-1| \leq 2 \cdot u(b)$ und der Achsabschnitt a insignifikant verschieden ist von 0: $|a| \leq 2 \cdot u(a)$. Wenn diese Voraussetzungen nicht erfüllt werden, dann können die Prüflinge mit den Werten des Gesamtdatensatzes für die Steigung und/oder für den Achsabschnitt kalibriert werden.

In den nachfolgenden Kapiteln wird die Erfüllung der 5 Kriterien geprüft:

Unter Punkt 2.5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} werden die Kriterien 1 und 2 geprüft.

Unter Punkt 3.5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge werden die Kriterien 3, 4 und 5 geprüft.

Unter Punkt 4.5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen erfolgt eine Auswertung für den Fall, dass Kriterium 5 nicht ohne Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen erfüllt werden kann.

2. 5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs}

Bei der Prüfung von $PM_{2,5}$-Messeinrichtungen ist die Unsicherheit zwischen den Prüflingen nach Kapitel 9.5.3.1 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ im Feldtest an mindestens vier für den späteren Einsatz repräsentativen Probenahmeorten zu ermitteln.

Durchführung der Prüfung

Die Prüfungen wurden in Feldtests in insgesamt sieben verschiedenen Vergleichskampagnen durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedlich hohe PM_{10} Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG. Für PM_{10} liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 28 µg/m³.

Es wurden 4 Vergleichskampagnen (A-Steyregg, A-Graz, CZ-Tusimice, UK-Teddington) mit je mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Zusätzlich wurden die 3 Vergleichsmesskampagnen (D-Köln, Parkplatz, D-Titz-Rödingen, D-Köln, Frankf. Str.) aus der ursprünglichen Eignungsprüfung (Bericht 936/21205333/A) mit ausgewertet, auch wenn diese Vergleiche jeweils weniger als 40 valide Wertepaare enthalten. Vom gesamten Datensatz (7 Vergleiche, 320 valide Messwertpaare) liegen insgesamt 35,3 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 28 µg/m³ für PM_{10}. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

Auswertung

Gemäß **Punkt 9.5.3.1** des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ gilt:

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} muss ≤ 2,5 µg/m³ liegen. Eine Unsicherheit über 2,5 µg/m³ zwischen den beiden Prüflingen ist ein Hinweis, dass die Leistung eines oder beider Systeme unzureichend ist und die Gleichwertigkeit nicht erklärt werden kann.

Die Unsicherheit wird dabei ermittelt für:

- Alle Standorte bzw. Vergleiche gemeinsam (Kompletter Datensatz)
- 1 Datensatz mit Messwerten ≥ 30 µg/m³ für PM_{10} (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Darüber hinaus erfolgt in diesem Bericht auch eine Auswertung für die folgenden Datensätze:

- Jeden Standort bzw. Vergleich einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten < 30 µg/m³ für PM_{10} (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} wird aus den Differenzen aller Tagesmittelwerte (24 h-Werte) der Prüflinge, die parallel betrieben werden, nach folgender Gleichung berechnet:

$$u_{bs}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (y_{i,1} - y_{i,2})^2}{2n}$$

mit $y_{i,1}$ und $y_{i,2}$ = Ergebnisse der parallelen Messungen einzelner 24h-Werte i

n = Anzahl der 24h-Werte

Bewertung

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} liegt mit maximal 1,96 µg/m³ für PM_{10} unterhalb des geforderten Wertes von 2,5 µg/m³.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 3 führt die berechneten Werte für die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} auf. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 1 bis Abbildung 10.

Tabelle 3: Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs}, Messkomponente PM_{10}

Testgeräte	**Standort**	**Anzahl Werte**	**Unsicherheit u_{bs}**
SN			µg/m³
Versch.	**Alle Standorte**	**363**	**1,22**
Einzelstandorte			
4924 / 4925	D-Köln, Parkplatz	52	1,22
4924 / 4925	D-Titz-Rödingen	37	0,86
4924 / 4925	D-Köln, Frankf. Str.	28	0,99
Ö1 / Ö2	A-Steyregg	51	0,75
Ö1 / Ö2	A-Graz	50	1,96
J7860 / J7863	CZ-Tusimice	103	1,18
17011 / 17022	UK-Teddington	42	1,00
Klassierung über Referenzwerte			
Versch.	**Werte ≥ 30 µg/m³**	**105**	**1,49**
Versch.	Werte < 30 µg/m³	215	1,09

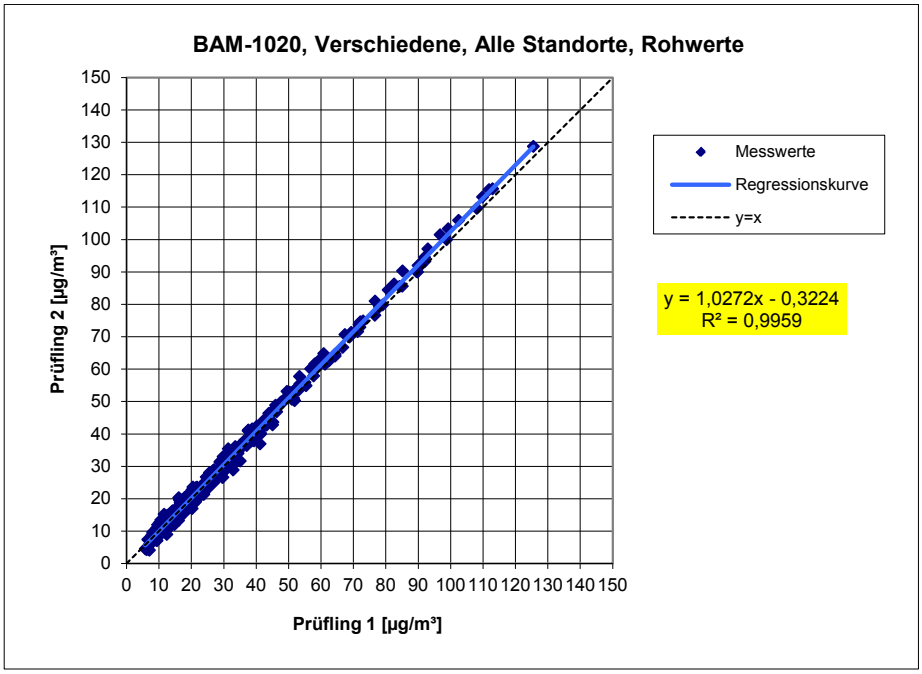


Abbildung 1: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM_{10}, alle Standorte

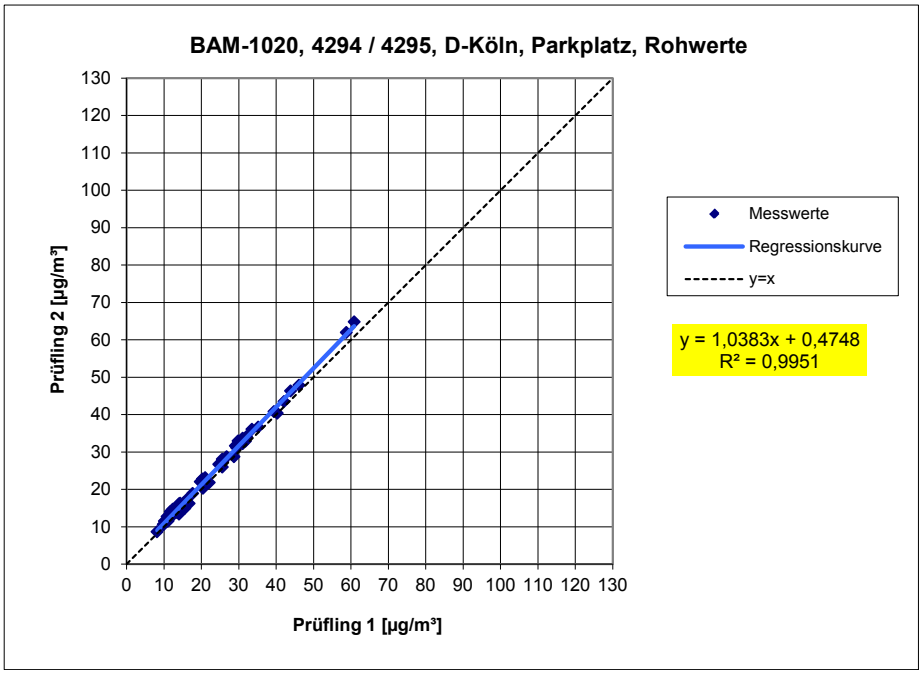


Abbildung 2: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM_{10}, Standort Köln, Parkplatz

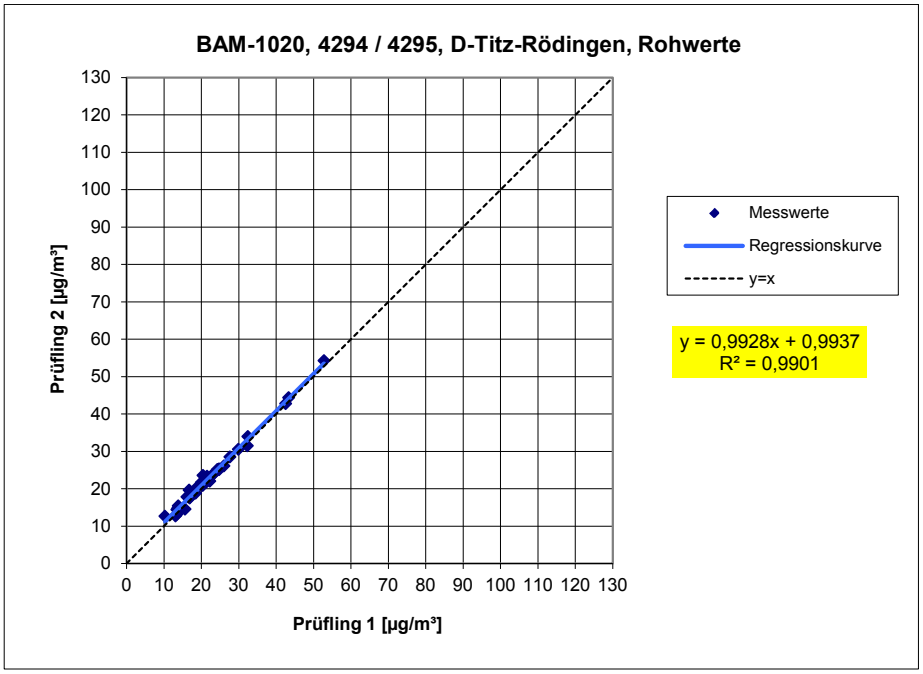

BAM-1020, 4294 / 4295, D-Titz-Rödingen, Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 0,9928x + 0,9937
R² = 0,9901

Abbildung 3: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM_{10}, Standort Titz-Rödingen

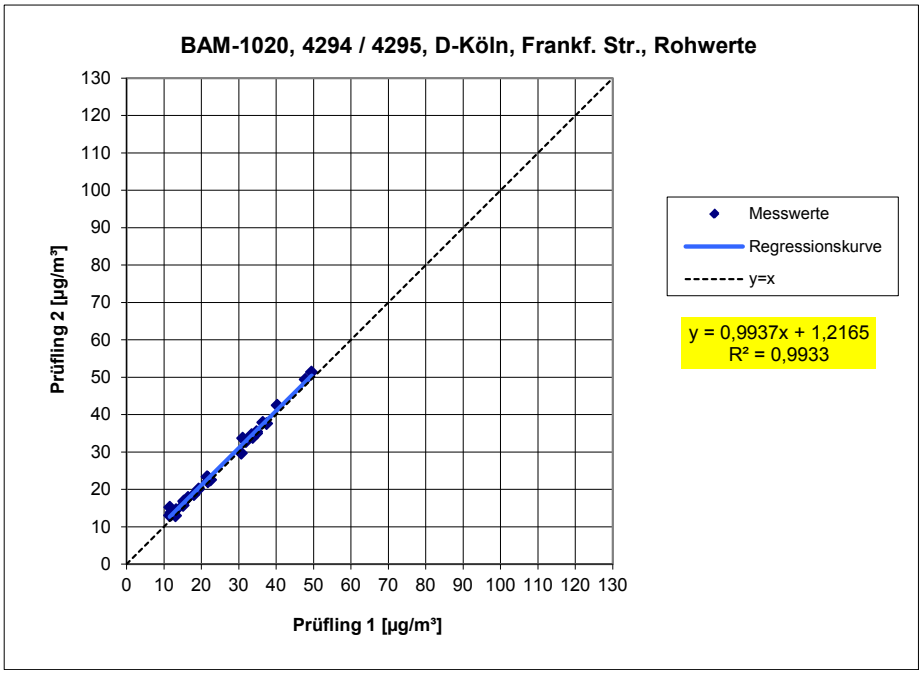

BAM-1020, 4294 / 4295, D-Köln, Frankf. Str., Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 0,9937x + 1,2165
R² = 0,9933

Abbildung 4: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM_{10}, Standort Köln, Frankf. Str.

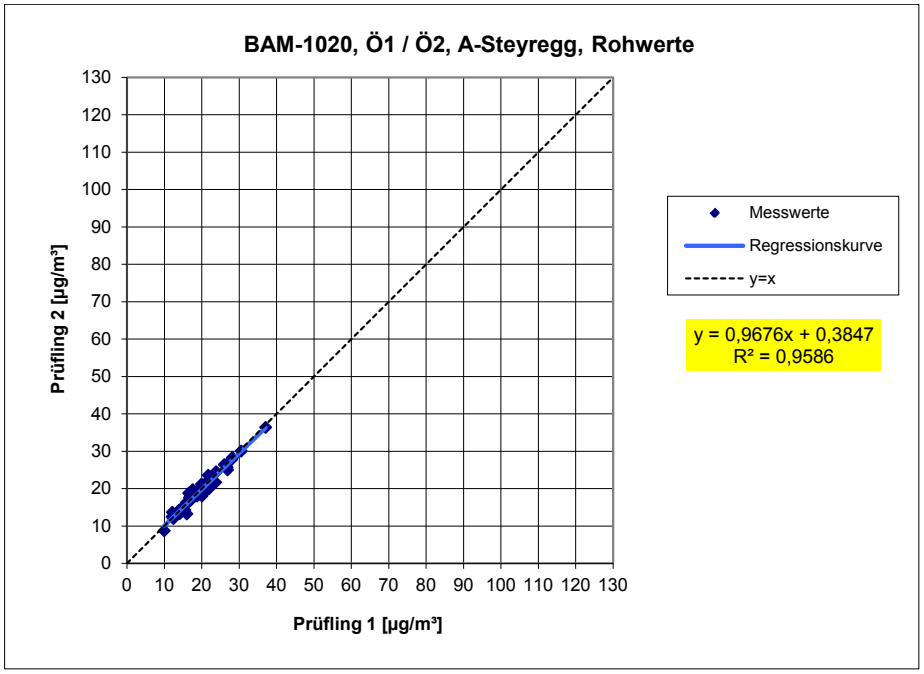

BAM-1020, Ö1 / Ö2, A-Steyregg, Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 0,9676x + 0,3847
R² = 0,9586

Abbildung 5: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM_{10}, Standort Steyregg

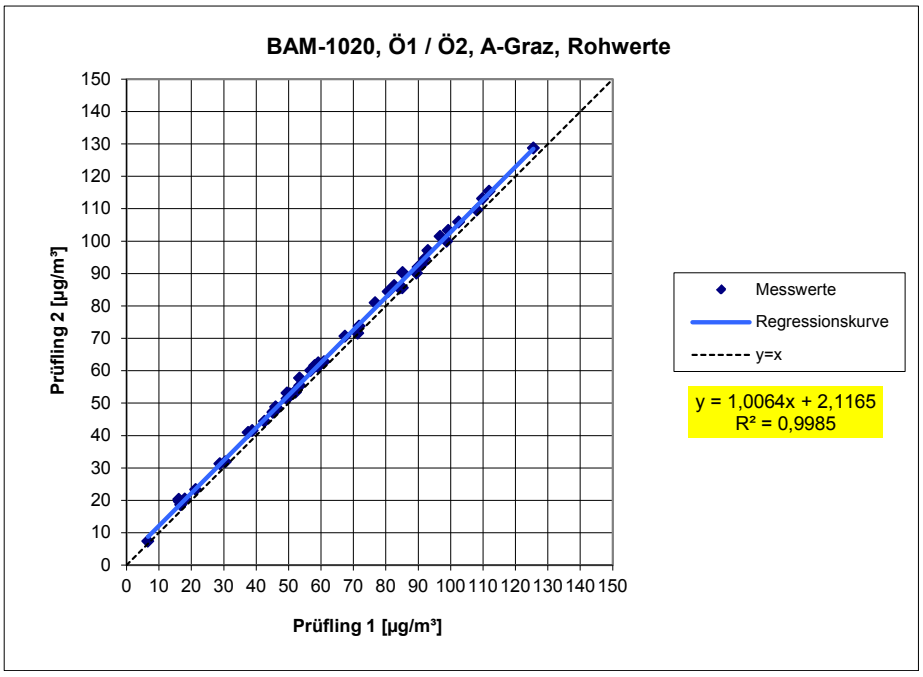

BAM-1020, Ö1 / Ö2, A-Graz, Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 1,0064x + 2,1165
R² = 0,9985

Abbildung 6: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM_{10}, Standort Graz

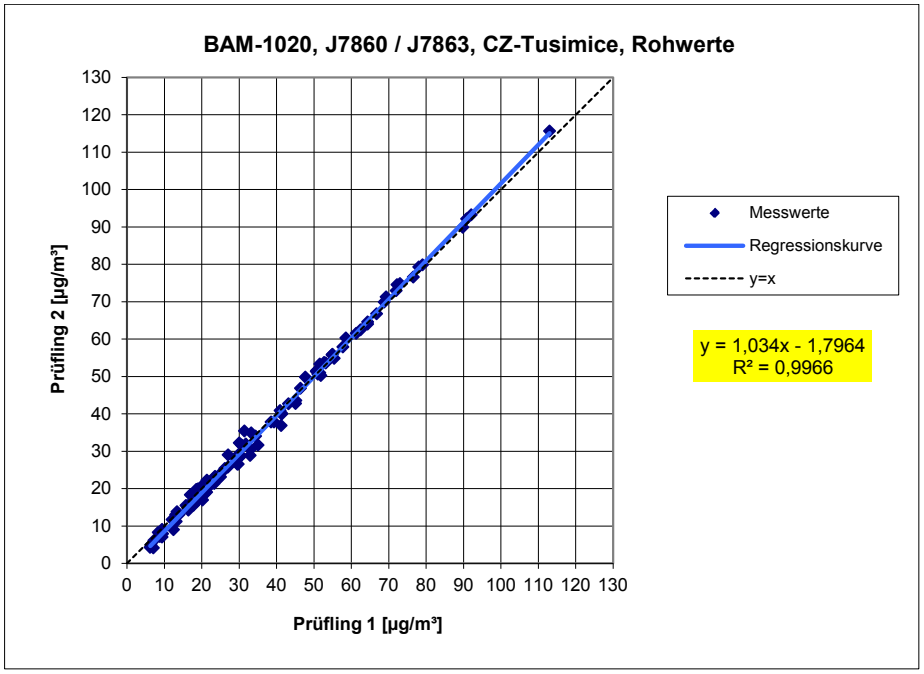

BAM-1020, J7860 / J7863, CZ-Tusimice, Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 1,034x - 1,7964
R² = 0,9966

Abbildung 7: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM_{10}, Standort Tusimice

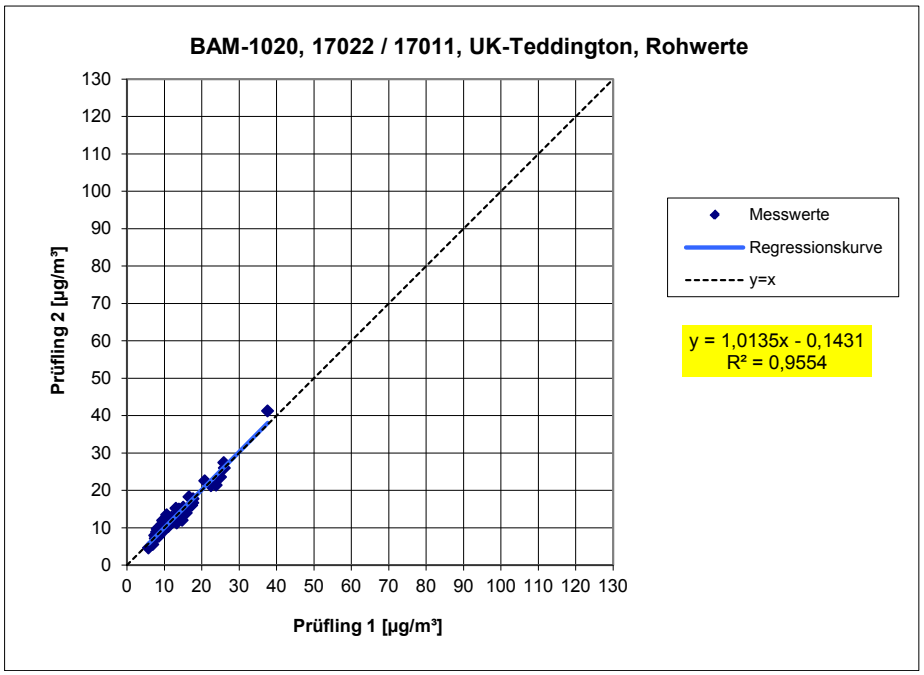

BAM-1020, 17022 / 17011, UK-Teddington, Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 1,0135x - 0,1431
R² = 0,9554

Abbildung 8: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM_{10}, Standort Teddington

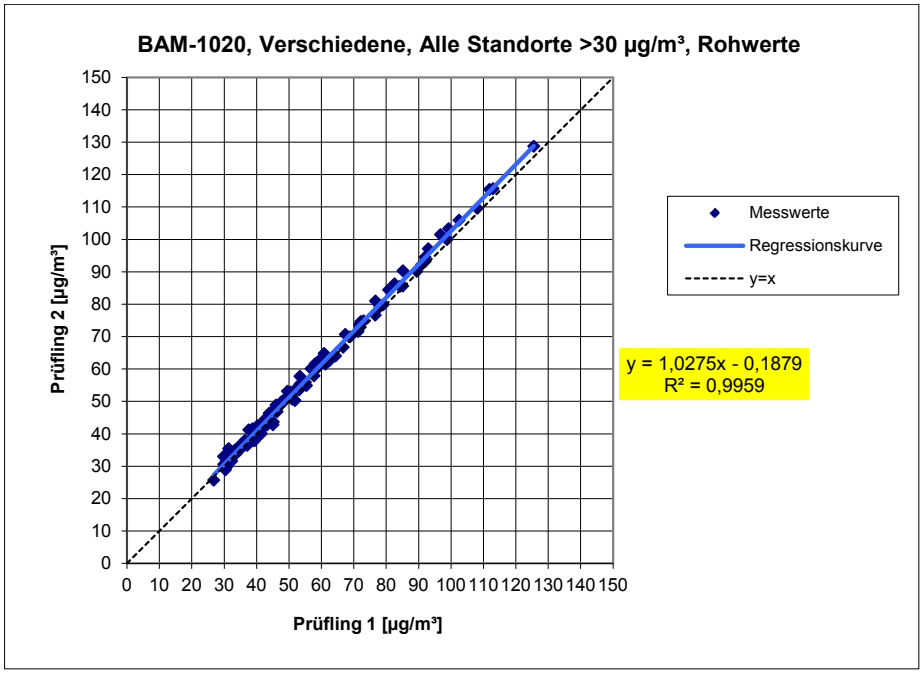


Abbildung 9: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM_{10}, alle Standorte, Werte ≥ 30 µg/m³

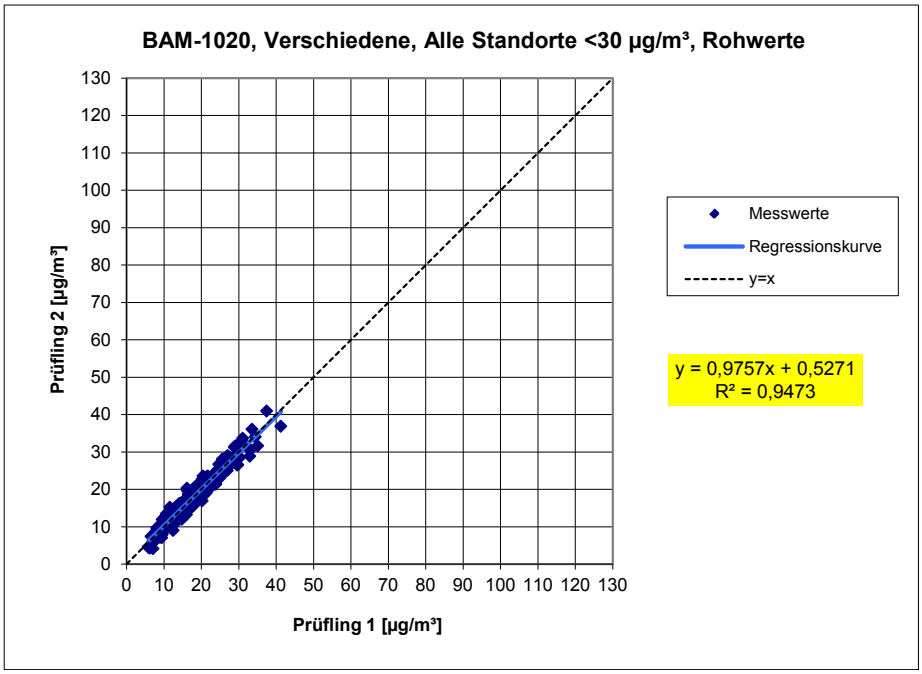


Abbildung 10: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten, Messkomponente PM_{10}, alle Standorte, Werte < 30 µg/m³

3. 5.4.10 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge

Bei der Prüfung von PM2,5-Messeinrichtungen ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren gemäß Kapitel 9.5.3.2 bis 9.6 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" im Feldtest an mindestens vier für den späteren Einsatz repräsentativen Probenahmeorten zu nachzuweisen. Die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge ist mit den Anforderungen an die Datenqualität nach Anhang A der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) zu vergleichen.

Durchführung der Prüfung

Die Prüfungen wurden in Feldtests in insgesamt sieben verschiedenen Vergleichskampagnen durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten sowie unterschiedlich hohe PM_{10} Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG. Für PM_{10} liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 28 µg/m³.

Es wurden 4 Vergleichskampagnen (A-Steyregg, A-Graz, CZ-Tusimice, UK-Teddington) mit je mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Zusätzlich wurden die 3 Vergleichsmesskampagnen (D-Köln, Parkplatz, D-Titz-Rödingen, D-Köln, Frankf. Str.) aus der ursprünglichen Eignungsprüfung (Bericht 936/21205333/A) mit ausgewertet, auch wenn diese Vergleiche jeweils weniger als 40 valide Wertepaare enthalten. Vom gesamten Datensatz (7 Vergleiche, 320 valide Messwertpaare) liegen insgesamt 35,3 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 28 µg/m³ für PM_{10}. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

Auswertung

[Punkt 9.5.3.2] Der Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge wird die Überprüfung der Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten u_{ref} vorangestellt.

Die Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten u_{ref} wird analog der Unsicherheit zwischen den Prüflingen bestimmt und muss ≤ 2 µg/m³ sein.

Um die Vergleichbarkeit der Prüflinge y mit dem Referenzverfahren x zu beurteilen, wird ein linearer Zusammenhang $y_i = a + bx_i$ zwischen den Messergebnissen beider Methoden angenommen. Der Zusammenhang zwischen den Mittelwerten der Referenzgeräte und den jeweils einzeln zu betrachtenden Prüflingen wird mittels orthogonaler Regression hergestellt.

Die Regression wird berechnet für:

- Alle Standorte bzw. Vergleiche gemeinsam
- Jeden Standort bzw. Vergleich einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten PM_{10} ≥ 30 µg/m³ (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Zur weiteren Auswertung wird die Ergebnisunsicherheit u_{c_s} der Prüflinge aus dem Vergleich mit dem Referenzverfahren gemäß der folgenden Gleichung beschrieben, welche u_{CR} als eine Funktion der Feinstaubkonzentration x_i beschreibt.

$$u_{CR}^2(y_i) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + \left[a + (b-1)x_i\right]^2$$

Mit RSS = Summe der (relativen) Residuen aus der orthogonalen Regression

$u(x_i)$ = zufällige Unsicherheit des Referenzverfahrens, sofern der Wert von u_{bs}, der für den Einsatz der Prüflinge berechnet wird, in diesem Test verwendet werden kann
(siehe Punkt 2. 5.4.9 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs})

Algorithmen zur Berechnung des Achsabschnitts a sowie der Steigung b und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von des Leitfadens ausführlich beschrieben.

Die Summe der (relativen) Residuen RSS wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$RSS = \sum_{i=1}^{n} (y_i - a - bx_i)^2$$

Die Unsicherheit u_{CR} wird berechnet für:

- Alle Standorte bzw. Vergleiche gemeinsam
- Jeden Standort bzw. Vergleich einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten $PM_{10} \geq 30$ µg/m³ (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Voraussetzung für die Akzeptanz des Gesamtdatensatzes ist gemäß Leitfaden:

- Die Steigung b ist insignifikant verschieden von 1: $|b-1| \leq 2 \cdot u(b)$

und

- Der Achsabschnitt a ist insignifikant verschieden von 0: $|a| \leq 2 \cdot u(a)$

Wobei u(b) und u(a) die Standardunsicherheiten der Steigung und des Achsabschnitts beschreiben, berechnet als Wurzel der Varianz. Wenn diese Vorbedingungen nicht erfüllt sind, dann können die Prüflinge gemäß Punkt 9.7 des Leitfadens kalibriert werden (siehe auch 4. 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen. Die Kalibrierung darf nur für den Gesamtdatensatz durchgeführt werden.

[Punkt 9.5.4] Für alle Datensätze wird die kombinierte Unsicherheit der Prüflinge $w_{c,CM}$ durch Kombination der Beiträge aus 9.5.3.1 und 9.5.3.2 gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

$$w^2_{c,CM}(y_i) = \frac{u^2_{CR}(y_i)}{y_i^2}$$

Für jeden Datensatz wird die Unsicherheit $w_{c,CM}$ auf einem Level von y_i = 50 µg/m³ für PM_{10} berechnet.

[Punkt 9.5.5] Für jeden Datensatz wird die erweiterte relative Unsicherheit der Ergebnisse der Prüflinge durch Multiplizieren von $w_{c,CM}$ mit einem Erweiterungsfaktor k nach folgender Gleichung berechnet:

$$W_{CM} = k \cdot w_{CM}$$

In der Praxis wird bei großen n für k=2 eingesetzt.

[Punkt 9.6]

Die größte resultierende Unsicherheit W_{CM} wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

1. $W_{CM} \leq W_{dqo}$ → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.
2. $W_{CM} > W_{dqo}$ → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit W_{dqo} beträgt für Feinstaub 25 %.

Bewertung

Die ermittelten Unsicherheiten W_{CM} liegen ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze bis auf die Standorte A-Graz (für Gerät Ö2) sowie UK-Teddington (für Gerät 17011) unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit W_{dqo} von 25 % für Feinstaub. Es muss geprüft werden, ob durch Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen alle Standorte inkl. der Standorte A-Graz (für Gerät Ö2) sowie UK-Teddington (für Gerät 17011) unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit W_{dqo} von 25 % für Feinstaub liegen. (siehe Punkt 4. 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen).

Mindestanforderung erfüllt? nein

Nachfolgende Tabelle 4 zeigt einen Überblick über alle Ergebnisse der Äquivalenzprüfung für den Prüfling BAM-1020 für PM_{10}. Für den Fall, dass ein Kriterium erfüllt wird oder nicht, ist der Text in den Zellen in grüner oder roter Farbe dargestellt. Darüber hinaus sind entsprechend den fünf Prüfkriterien aus Punkt 1. Allgemeines und Methodik der Äquivalenzprüfung (Module 5.4.9 – 5.4.11) die zugehörigen Zellen selbst farblich hinterlegt.

Tabelle 4: Übersicht Äquivalenzprüfung BAM-1020 für PM_{10}

BAM-1020, PM10	35.3% > 28 µg m-3	Orthogonale Regression				Unsicherheit zwischen den Geräten	
	W_{CM} / %	n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- u_b	Achsabschnitt (a) +/- u_a	Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	16,0	320	0,982	1,034 +/- 0,008	0,843 +/- 0,290	0,67	1,22
< 30 µg m³	24,7	215	0,826	1,119 +/- 0,032	-0,446 +/- 0,557	0,53	1,09
> 30 µg m³	17,7	105	0,971	1,042 +/- 0,017	0,141 +/- 1,031	0,91	1,49

Kriterium 1
Kriterium 2
Kriterium 3
Kriterium 4
Kriterium 5

4294	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- u_b	Achsabschnitt (a) +/- u_a	W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29	0,960	0,948 +/- 0,036	2,202 +/- 0,950	10,13	34,5
	Titz - Rödingen	37	0,962	1,058 +/- 0,035	0,376 +/- 0,782	14,75	18,9
	Köln, Frankfurter Str.	28	0,963	1,025 +/- 0,039	-1,293 +/- 1,083	8,07	42,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	68	0,814	1,040 +/- 0,055	0,162 +/- 0,981	12,58	4,4
	> 30 µg m³	26	0,897	0,964 +/- 0,063	1,810 +/- 2,438	9,75	100,0
	Alle Standorte	94	0,953	0,987 +/- 0,022	1,048 +/- 0,563	9,16	35,3

4295	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- u_b	Achsabschnitt (a) +/- u_a	W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29	0,970	0,990 +/- 0,033	2,681 +/- 0,862	12,53	34,5
	Titz - Rödingen	37	0,961	1,056 +/- 0,035	1,260 +/- 0,785	17,52	18,9
	Köln, Frankfurter Str.	28	0,969	1,021 +/- 0,035	-0,154 +/- 0,994	8,10	42,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	68	0,830	1,056 +/- 0,053	0,935 +/- 0,952	17,24	4,4
	> 30 µg m³	26	0,929	1,025 +/- 0,056	0,713 +/- 2,151	11,49	100,0
	Alle Standorte	94	0,960	1,004 +/- 0,021	1,735 +/- 0,528	11,41	30,9

Österreich1	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- u_b	Achsabschnitt (a) +/- u_a	W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Graz	45	0,969	1,025 +/- 0,027	-0,202 +/- 1,848	20,89	82,2
	Steyregg	45	0,824	1,049 +/- 0,067	-1,750 +/- 1,392	9,31	8,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	50	0,644	1,339 +/- 0,109	-6,789 +/- 2,135	42,75	2,0
	> 30 µg m³	40	0,960	1,057 +/- 0,034	-2,826 +/- 2,431	19,58	100,0
	Alle Standorte	90	0,983	1,039 +/- 0,015	-1,294 +/- 0,729	15,95	45,6

Österreich2	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- u_b	Achsabschnitt (a) +/- u_a	W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Graz	45	0,966	1,033 +/- 0,029	1,948 +/- 1,962	26,05	82,2
	Steyregg	45	0,793	1,035 +/- 0,072	-1,668 +/- 1,489	9,56	8,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	50	0,557	1,492 +/- 0,130	-9,462 +/- 2,545	62,86	2,0
	> 30 µg m³	40	0,956	1,084 +/- 0,037	-2,296 +/- 2,635	22,65	100,0
	Alle Standorte	90	0,980	1,079 +/- 0,016	-1,702 +/- 0,818	19,84	45,6

J7860	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- u_b	Achsabschnitt (a) +/- u_a	W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	59	0,906	1,172 +/- 0,047	1,204 +/- 0,839	40,46	6,8
	> 30 µg m³	38	0,974	1,002 +/- 0,027	3,154 +/- 1,548	17,67	100,0
	Alle Standorte (Tusimice)	97	0,984	0,999 +/- 0,013	3,739 +/- 0,492	18,45	43,3

J7863	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- u_b	Achsabschnitt (a) +/- u_a	W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	58	0,913	1,158 +/- 0,045	0,159 +/- 0,812	33,73	6,9
	> 30 µg m³	38	0,978	1,032 +/- 0,025	1,948 +/- 1,450	17,98	100,0
	Alle Standorte (Tusimice)	96	0,987	1,035 +/- 0,012	2,035 +/- 0,461	18,18	43,8

17011	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- u_b	Achsabschnitt (a) +/- u_a	W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	39	0,960	1,039 +/- 0,034	0,632 +/- 0,458	11,13	0,0
	> 30 µg m³	1		+/-	+/-		100,0
	Alle Standorte (Teddington)	40	0,949	1,162 +/- 0,042	-0,766 +/- 0,602	29,99	2,5

17022	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- u_b	Achsabschnitt (a) +/- u_a	W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	39	0,958	1,051 +/- 0,035	0,603 +/- 0,477	13,45	0,0
	> 30 µg m³	1		+/-	+/-		100,0
	Alle Standorte (Teddington)	40	0,963	1,110 +/- 0,034	-0,050 +/- 0,488	22,28	2,5

Die Überprüfung der fünf Kriterien aus Punkt 1. Allgemeines und Methodik der Äquivalenzprüfung (Module 5.4.9 – 5.4.11) ergab folgendes Bild:

Kriterium 1:	Mehr als 20 % der Daten sind größer als 28 µg/m³.
Kriterium 2:	Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als 2,5 µg/m³.
Kriterium 3:	Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als 2,0 µg/m³
Kriterium 4:	Alle erweiterten Unsicherheiten liegen unter 25%. Diese Anforderung wird mit dem Rohdatensatz **nicht** erfüllt für A-Graz (Österreich 2) und UK-Teddington (17011)
Kriterium 5:	Bei Betrachtung der Steigungen und Achsabschnitte für die einzelnen Prüflinge sind diese mehrmals signifikant größer als erlaubt. Auch die die Steigung und der Achsabschnitt bei der Auswertung des Ge samtdatensatzes ist signifikant größer als erlaubt.
Weitere:	Die Auswertung des Gesamtdatensatzes für beide Prüflinge gemein sam zeigt, dass die Messeinrichtung eine sehr gute Korrelation mit der Referenzmethode aufweist mit einer Steigung von 1,034 und einem Achsabschnitt von 0,843 bei einer erweiterten Gesamtunsicherheit von 16,0 % aufweist.

Da jedoch die erweiterte Unsicherheit für die Rohdatensätze A-Graz (Österreich 2) und UK-Teddington (17011) größer als 25 % ist, ist zum Nachweis der Äquivalenz die Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen unabwendbar.

Die Version vom Januar 2010 des Leitfadens ist nicht eindeutig darin, welche Steigung und welcher Achsabschnitt konkret zur Korrektur eines Prüflings verwendet werden sollen, falls dieser Prüfling die Äquivalenzprüfung nicht besteht. Nach Rücksprache mit dem Vorsitzenden der für die Erstellung des Leitfadens verantwortlichen EU-Arbeitsgruppe (Herr Theo Hafkenscheid) wurde entschieden, dass die Anforderung aus der Version vom November 2005 des Leitfadens weiterhin gültig ist und dass die Steigung und der Achsabschnitt aus der orthogonalen Regression für den Gesamtdatensatz herangezogen werden. Diese sind in Tabelle 4 golden hinterlegt und in der Legende mit “Weitere” bezeichnet.

Der UK Equivalence Report aus 2006 hat diesen Punkt als Schwachstelle in der Statistik für den Äquivalenznachweis in der November 2005 Version des Leitfadens beschrieben, da „präzisere“ Geräte dadurch benachteiligt werden (Anhang E Abschnitt 4.2). Die gleiche Schwachstelle wurde 1:1 in die Januar 2010 Version des Leitfadens übernommen. Sowohl der TÜV Rheinland als auch die englischen Partner von NPL / Bureau Veritas sind der Meinung, dass der BAM-1020 für PM_{10} in der Tat grundsätzlich durch die Statistik für seine Präzision benachteiligt wird.

In diesem konkreten Fall liegt die Steigung für den Gesamtdatensatz bei 1,034.

Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei 0,843.

Es erfolgt daher unter Punkt 4. 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen eine zusätzliche Auswertung unter Anwendung des entsprechenden Korrekturfaktors/-term auf die Datensätze für die Fälle:

a) Korrektur Achsabschnitt

b) Korrektur Steigung

c) Korrektur Achsabschnitt und Steigung

Die überarbeitete Fassung des Leitfadens von Januar 2010 enthält die Forderung, dass für eine richtlinienkonforme Überwachung fortlaufend stichprobenweise Überprüfungen bei einer gewissen Anzahl von Geräten in einem Messnetz durchgeführt werden müssen und dass die Anzahl der betroffenen Messorte abhängig ist von der erweiterten Messunsicherheit des Gerätes. Die entsprechende Umsetzung liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfehlen der TÜV Rheinland wie auch die englischen Partner, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes hierzu herangezogen wird, nämlich 16,0 %, was wiederum eine jährliche Überprüfung an 4 Messorten erfordern würde (Leitfaden [4], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6).

Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 5 zeigt einen Überblick über die Unsicherheiten zwischen den Referenzgeräten u_{ref} aus den Felduntersuchungen. In Tabelle 6 erfolgt eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung inkl. der ermittelten erweiterten Messunsicherheiten W_{CM} aus den Feldtestuntersuchungen.

Tabelle 5: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u_{ref} für PM_{10}

Referenz-Geräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit u_{bs}
Nr.			µg/m³
1 / 2	Alle	320	0,67
1 / 2	D-Köln, Parkplatz	29	0,55
1 / 2	D-Titz-Rödingen	37	0,65
1 / 2	D-Köln, Frankf. Str.	28	1,02
1 / 2	A-Steyregg	45	0,53
1 / 2	A-Graz	45	0,82
1 / 2	CZ-Tusimice	96	-*
1 / 2	UK-Teddington	40	0,25

* nur 1 Referenzgerät eingesetzt, zur Auswertung wird die Unsicherheit für den Gesamtdatensatz von 0,67 µg/m³ angesetzt

Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u_{ref} ist an allen Standorten < 2 µg/m³.

Tabelle 6: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, Messkomponente PM10, Rohdaten

BAM-1020, PM10	35.3% > 28 µg m-3	Orthogonale Regression								Unsicherheit zwischen den Geräten	
	W_{CM} / %	n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	ub	Achsabschnitt (a)	+/-	ua	Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	16,0	320	0,982	1,034	+/-	0,008	0,843	+/-	0,290	0,67	1,22
< 30 µg m-3	24,7	215	0,826	1,119	+/-	0,032	-0,446	+/-	0,557	0,53	1,09
> 30 µg m-3	17,7	105	0,971	1,042	+/-	0,017	0,141	+/-	1,031	0,91	1,49

4294	Datensatz	Orthogonale Regression								Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a	W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29	0,960	0,948	+/-	0,036	2,202	+/-	0,950	10,13	34,5
	Titz - Rödingen	37	0,962	1,058	+/-	0,035	0,376	+/-	0,782	14,75	18,9
	Köln, Frankfurter Str.	28	0,963	1,025	+/-	0,039	-1,293	+/-	1,083	8,07	42,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	68	0,814	1,040	+/-	0,055	0,162	+/-	0,981	12,58	4,4
	> 30 µg m³	26	0,897	0,964	+/-	0,063	1,810	+/-	2,438	9,75	100,0
	Alle Standorte	94	0,953	0,987	+/-	0,022	1,048	+/-	0,563	9,16	35,3

4295	Datensatz	Orthogonale Regression								Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a	W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29	0,970	0,990	+/-	0,033	2,681	+/-	0,862	12,53	34,5
	Titz - Rödingen	37	0,961	1,056	+/-	0,035	1,260	+/-	0,785	17,52	18,9
	Köln, Frankfurter Str.	28	0,969	1,021	+/-	0,035	-0,154	+/-	0,994	8,10	42,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	68	0,830	1,056	+/-	0,053	0,935	+/-	0,952	17,24	4,4
	> 30 µg m³	26	0,929	1,025	+/-	0,056	0,713	+/-	2,151	11,49	100,0
	Alle Standorte	94	0,960	1,004	+/-	0,021	1,735	+/-	0,528	11,41	30,9

Österreich1	Datensatz	Orthogonale Regression								Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a	W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Graz	45	0,969	1,025	+/-	0,027	-0,202	+/-	1,848	20,89	82,2
	Steyregg	45	0,824	1,049	+/-	0,067	-1,750	+/-	1,392	9,31	8,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	50	0,644	1,339	+/-	0,109	-6,789	+/-	2,135	42,75	2,0
	> 30 µg m³	40	0,960	1,057	+/-	0,034	-2,826	+/-	2,431	19,58	100,0
	Alle Standorte	90	0,983	1,039	+/-	0,015	-1,294	+/-	0,729	15,95	45,6

Österreich2	Datensatz	Orthogonale Regression								Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a	W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Graz	45	0,966	1,033	+/-	0,029	1,948	+/-	1,962	26,05	82,2
	Steyregg	45	0,793	1,035	+/-	0,072	-1,668	+/-	1,489	9,56	8,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	50	0,557	1,492	+/-	0,130	-9,462	+/-	2,545	62,86	2,0
	> 30 µg m³	40	0,956	1,084	+/-	0,037	-2,296	+/-	2,635	22,65	100,0
	Alle Standorte	90	0,980	1,079	+/-	0,016	-1,702	+/-	0,818	19,84	45,6

J7860	Datensatz	Orthogonale Regression								Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a	W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	59	0,906	1,172	+/-	0,047	1,204	+/-	0,839	40,46	6,8
	> 30 µg m³	38	0,974	1,002	+/-	0,027	3,154	+/-	1,548	17,67	100,0
	Alle Standorte (Tusimice)	97	0,984	0,999	+/-	0,013	3,739	+/-	0,492	18,45	43,3

J7863	Datensatz	Orthogonale Regression								Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a	W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	58	0,913	1,158	+/-	0,045	0,159	+/-	0,812	33,73	6,9
	> 30 µg m³	38	0,978	1,032	+/-	0,025	1,948	+/-	1,450	17,98	100,0
	Alle Standorte (Tusimice)	96	0,987	1,035	+/-	0,012	2,035	+/-	0,461	18,18	43,8

17011	Datensatz	Orthogonale Regression								Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a	W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	39	0,960	1,039	+/-	0,034	0,632	+/-	0,458	11,13	0,0
	> 30 µg m³	1			+/-			+/-			100,0
	Alle Standorte (Teddington)	40	0,949	1,162	+/-	0,042	-0,766	+/-	0,602	29,99	2,5

17022	Datensatz	Orthogonale Regression								Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a	W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	39	0,958	1,051	+/-	0,035	0,603	+/-	0,477	13,45	0,0
	> 30 µg m³	1			+/-			+/-			100,0
	Alle Standorte (Teddington)	40	0,963	1,110	+/-	0,034	-0,050	+/-	0,488	22,28	2,5

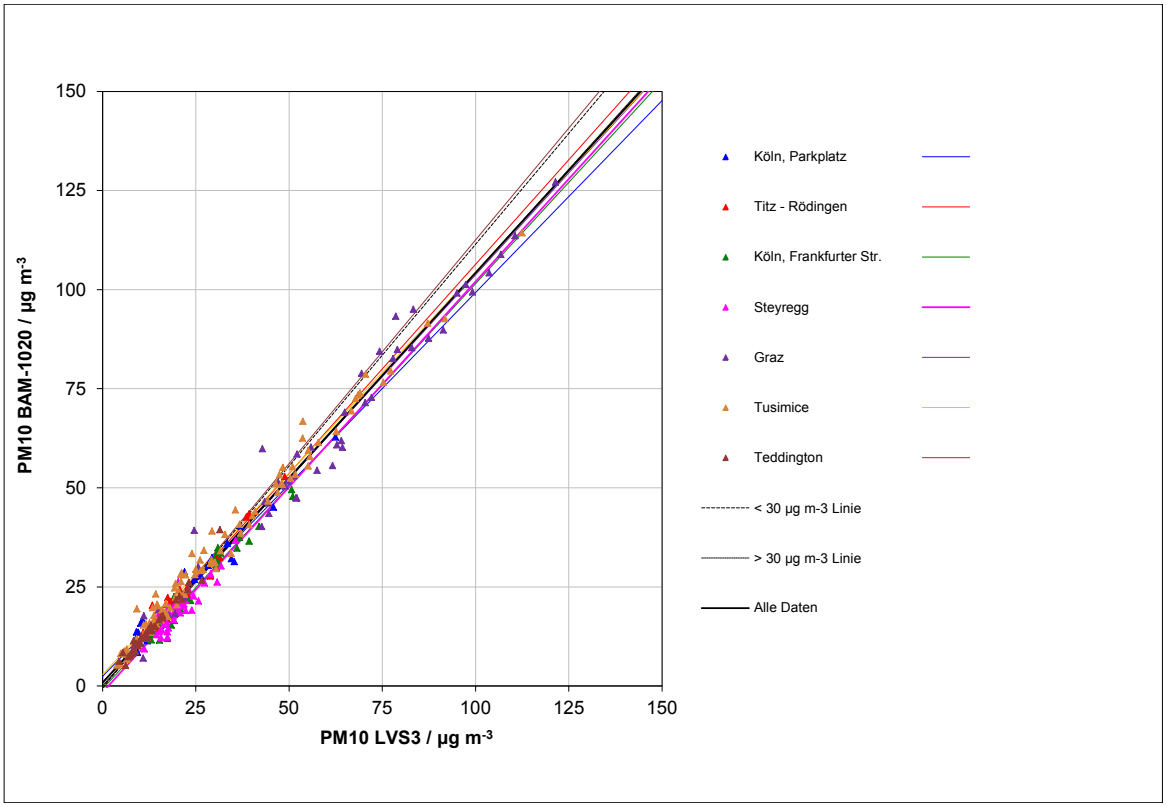


Abbildung 11: Referenz vs. Testgerät, Messkomponente PM_{10}, alle Standorte

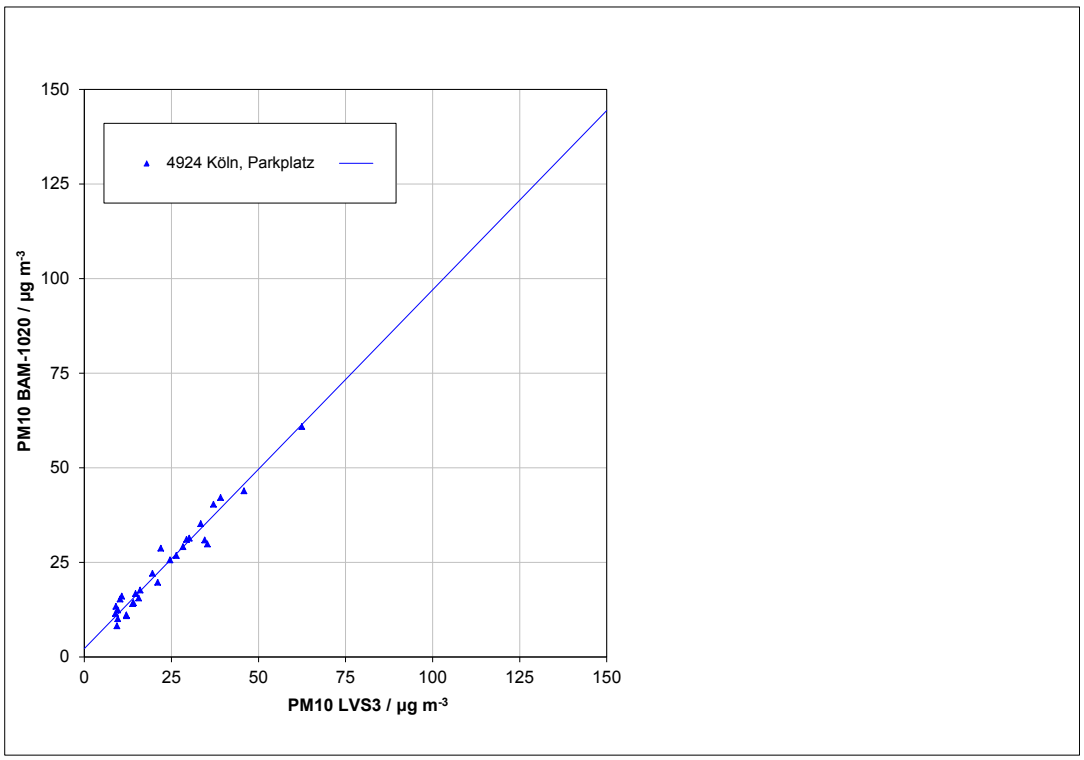


Abbildung 12: Referenz vs. Testgerät, SN 4924, Messkomponente PM_{10}, D-Köln, Parkplatz

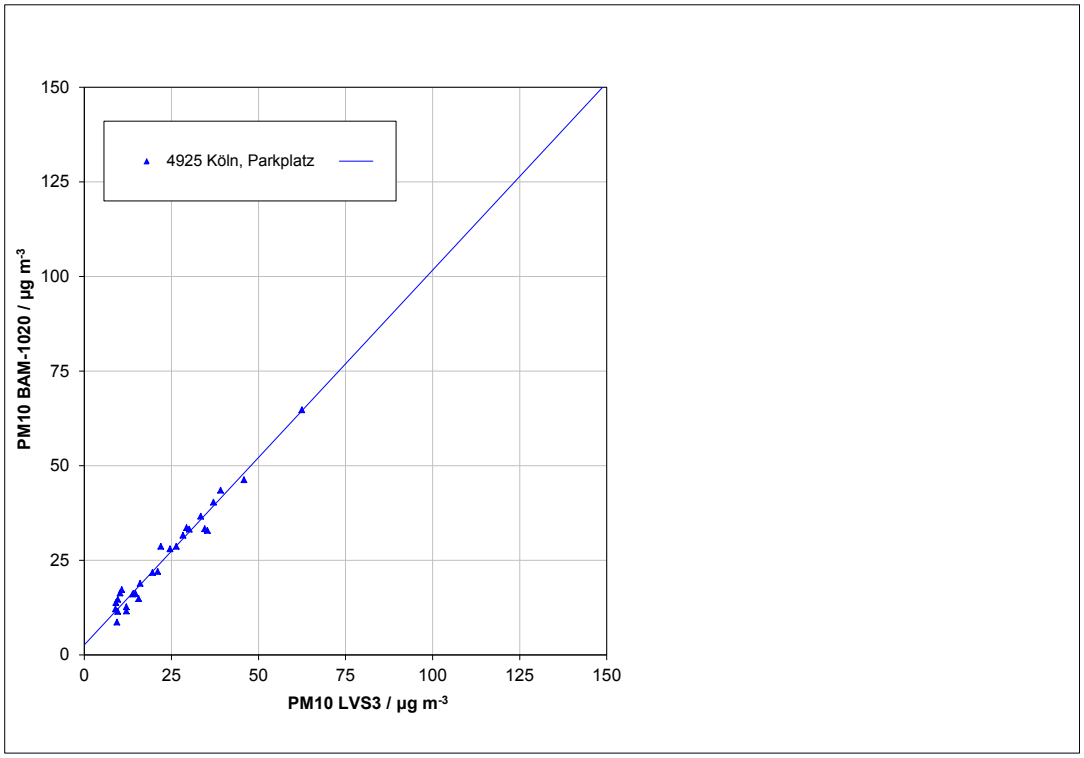


Abbildung 13: Referenz vs. Testgerät, SN 4925, Messkomponente PM_{10}, D-Köln, Parkplatz

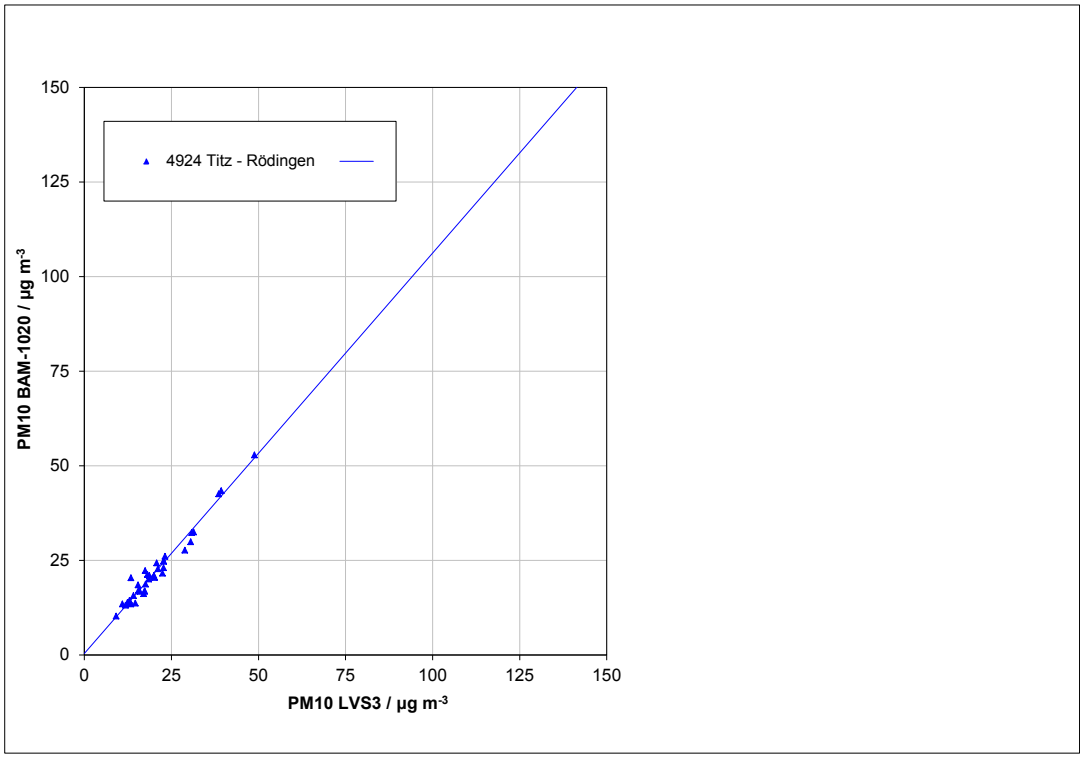


Abbildung 14: Referenz vs. Testgerät, SN 4924, Messkomponente PM_{10}, D-Titz-Rödingen

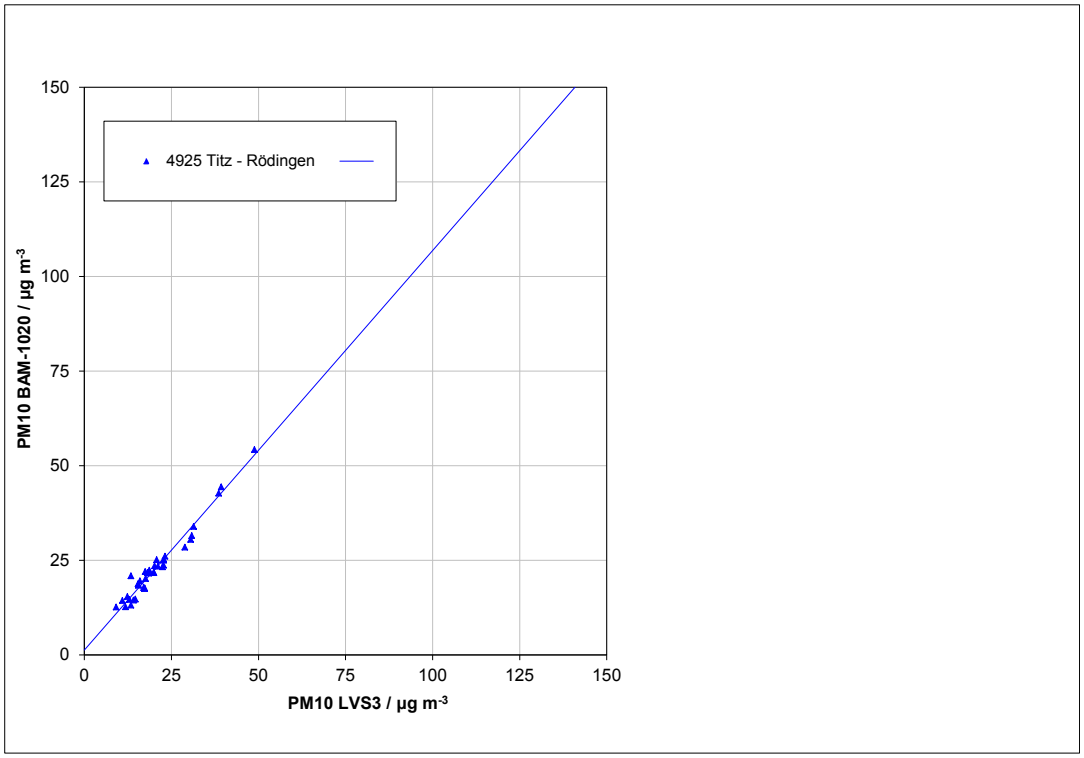


Abbildung 15: Referenz vs. Testgerät, SN 4925, Messkomponente PM_{10}, D-Titz-Rödingen

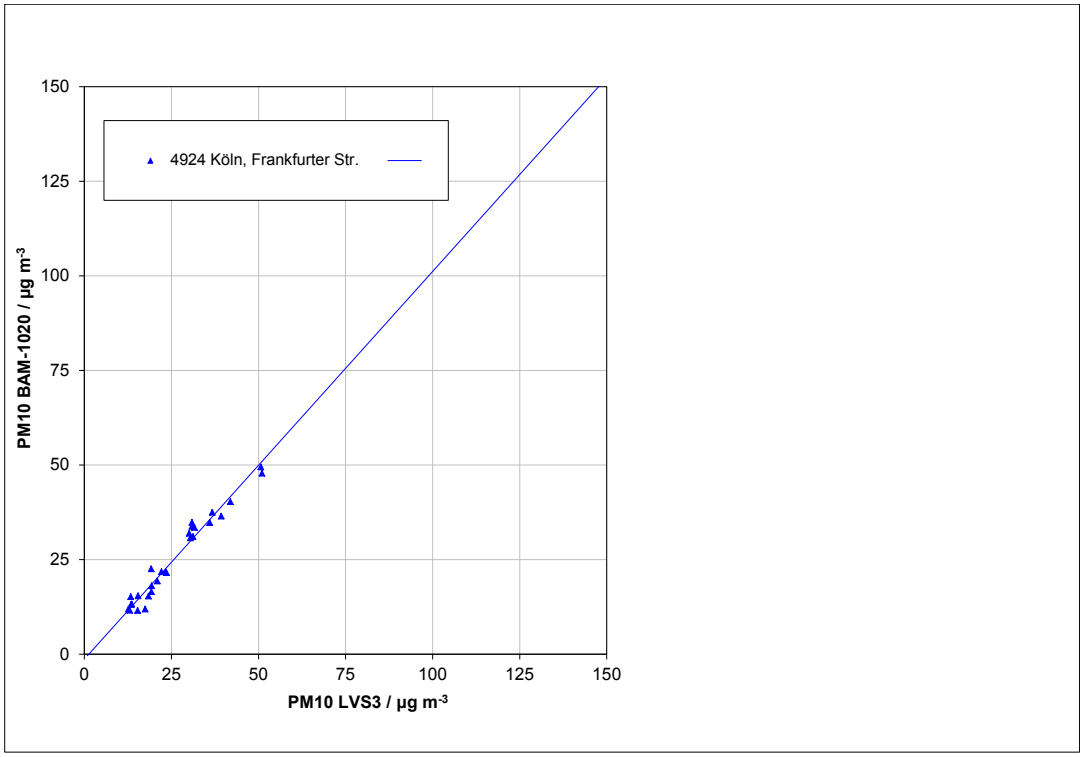


Abbildung 16: Referenz vs. Testgerät, SN 4924, Messkomponente PM_{10}, D-Köln, Frankf. Str.

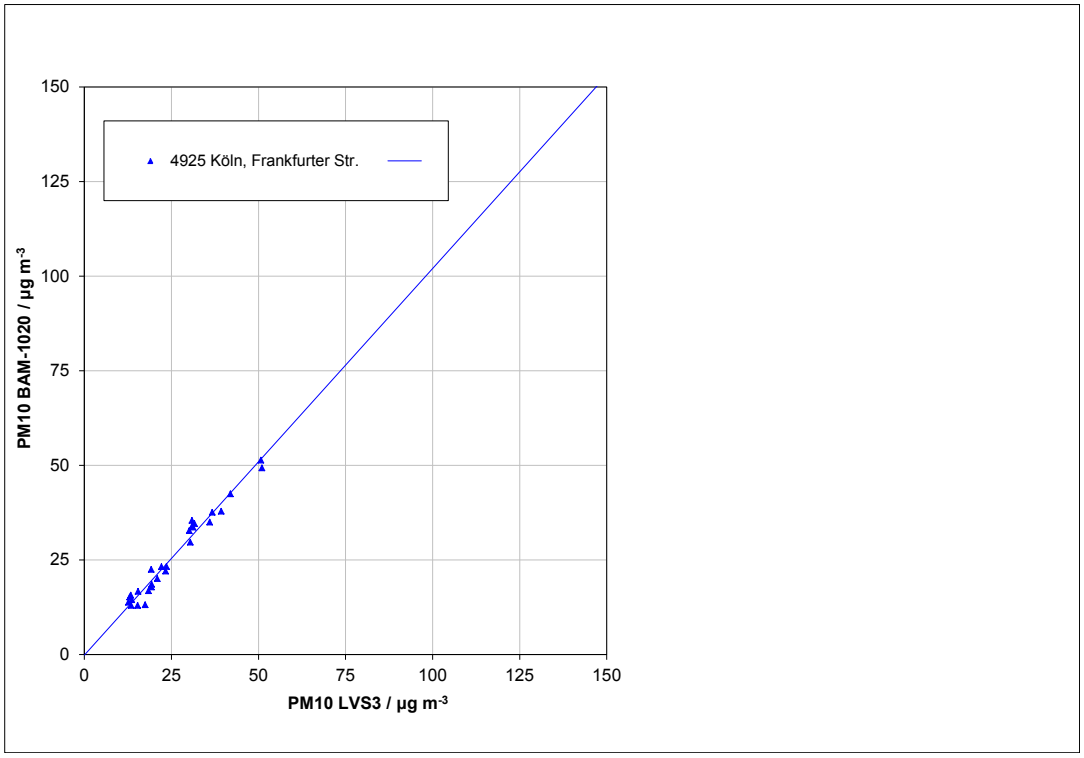


Abbildung 17: Referenz vs. Testgerät, SN 4925, Messkomponente PM_{10}, D-Köln, Frankf. Str.

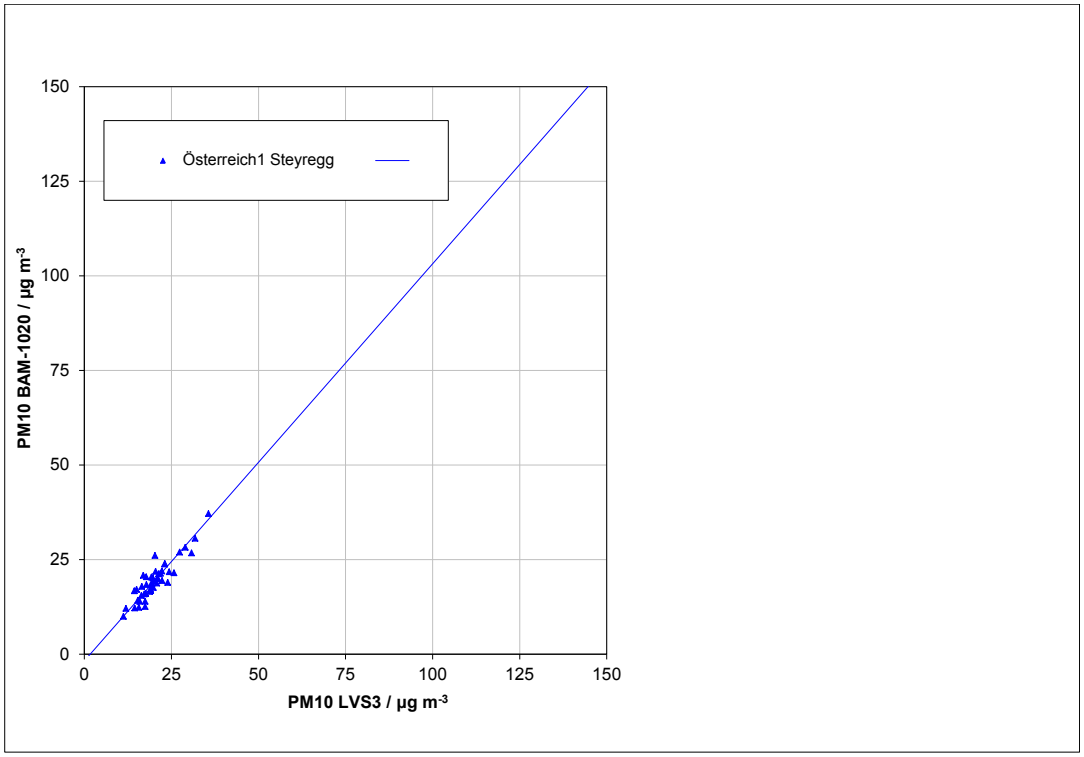


Abbildung 18: Referenz vs. Testgerät, Österreich 1, Messkomponente PM_{10}, A-Steyregg

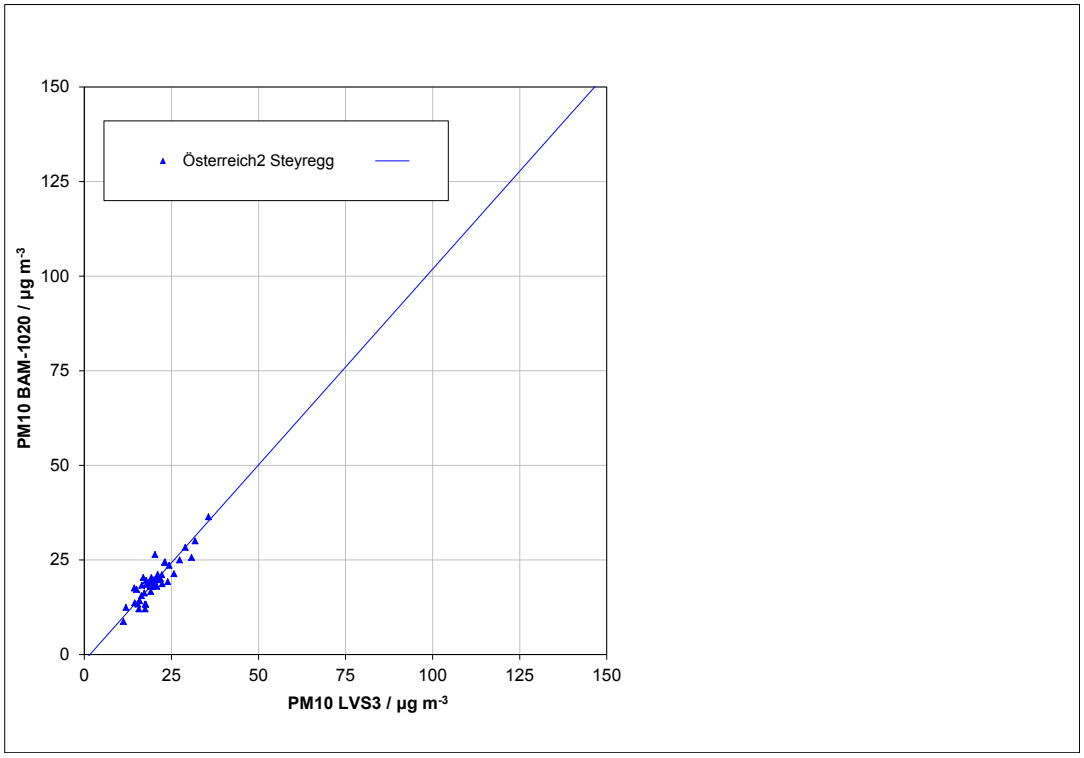


Abbildung 19: Referenz vs. Testgerät, Österreich 2, Messkomponente PM_{10}, A-Steyregg

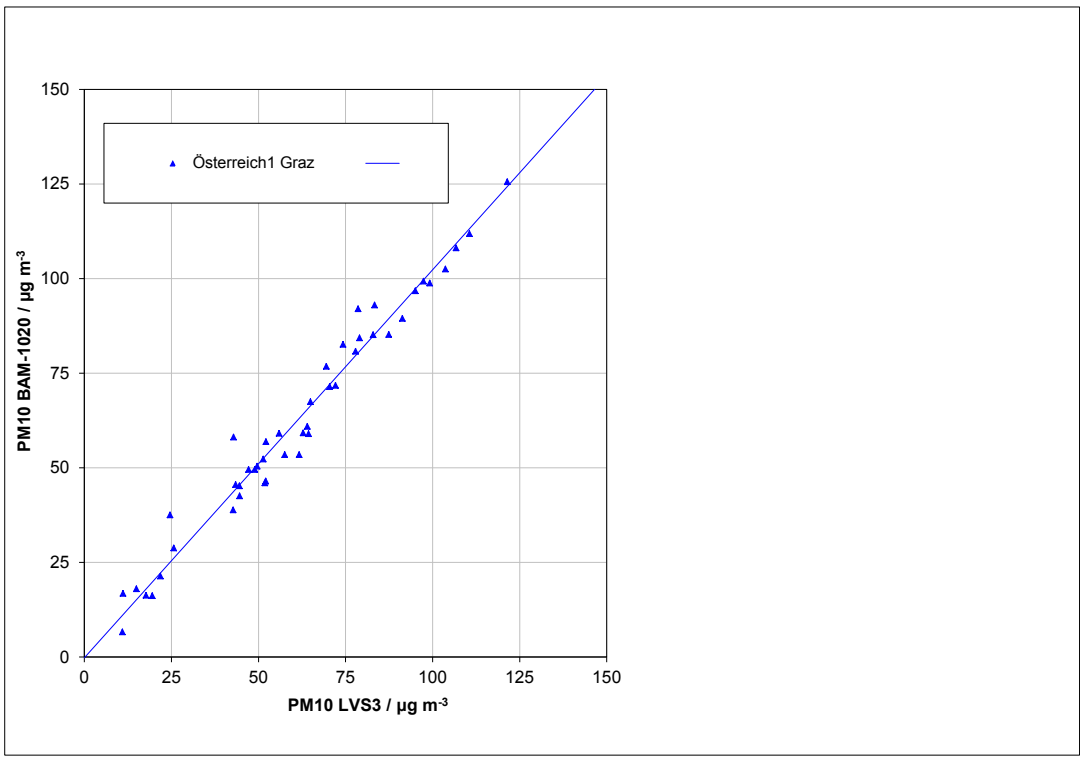


Abbildung 20: Referenz vs. Testgerät, Österreich 1, Messkomponente PM_{10}, A-Graz

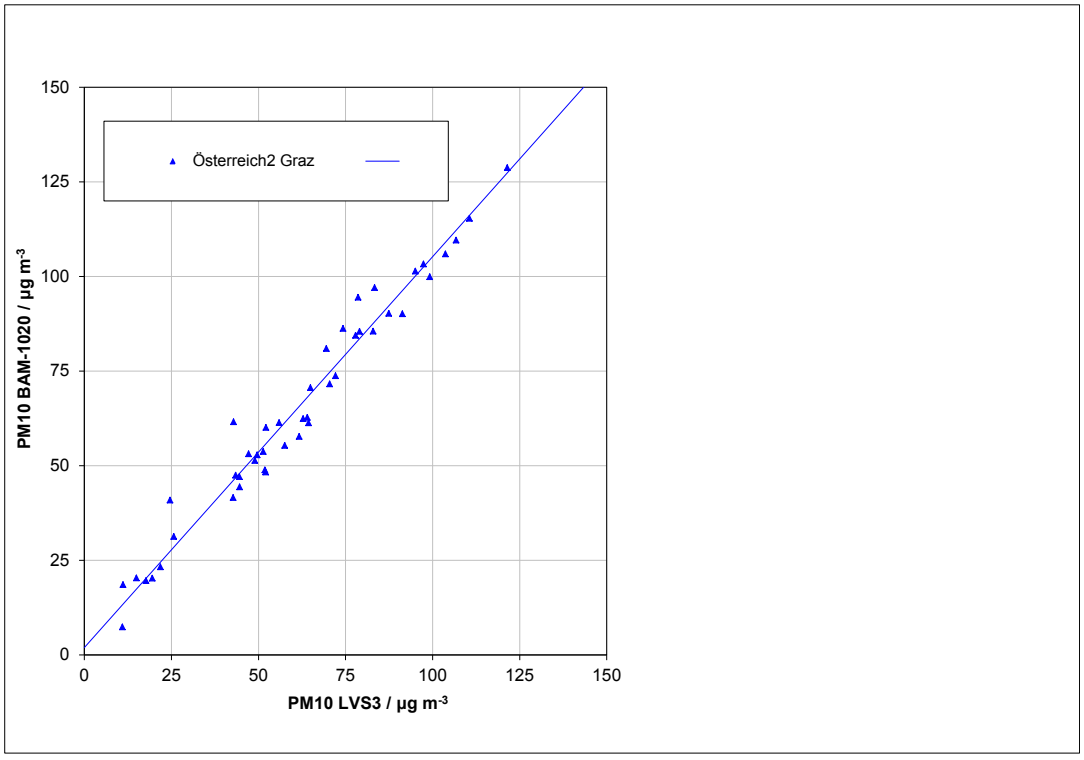


Abbildung 21: Referenz vs. Testgerät, Österreich 2, Messkomponente PM_{10}, A-Graz

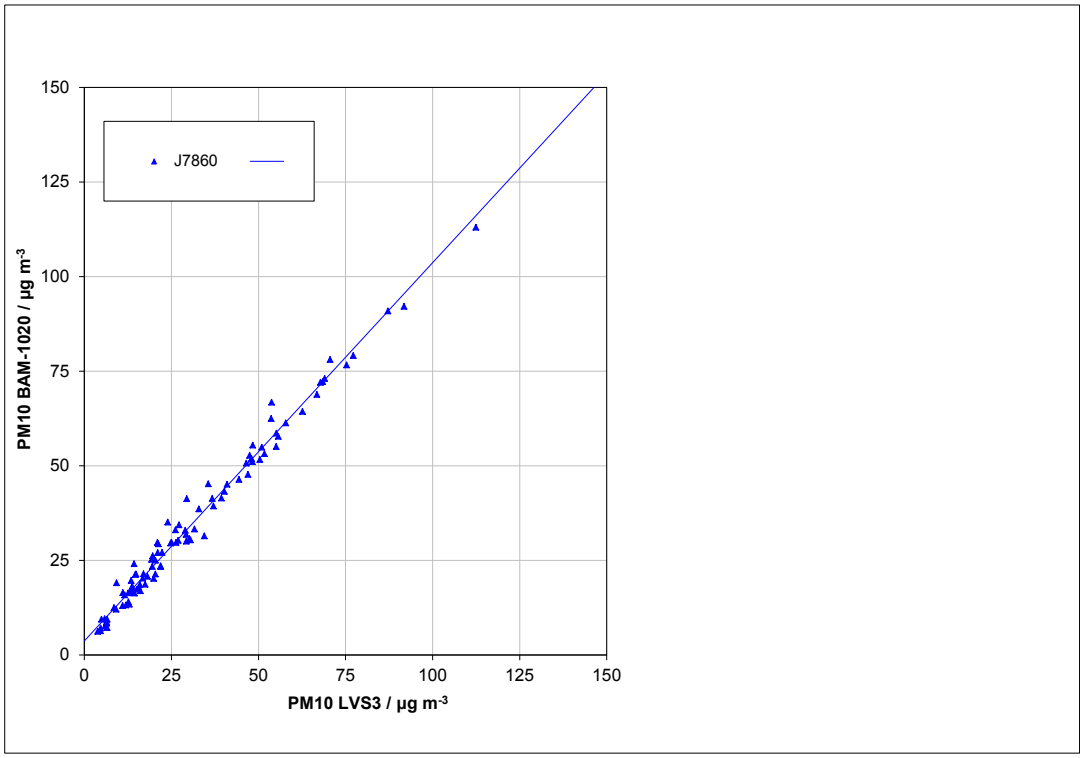


Abbildung 22: Referenz vs. Testgerät, J7860, Messkomponente PM_{10}, CZ-Tusimice

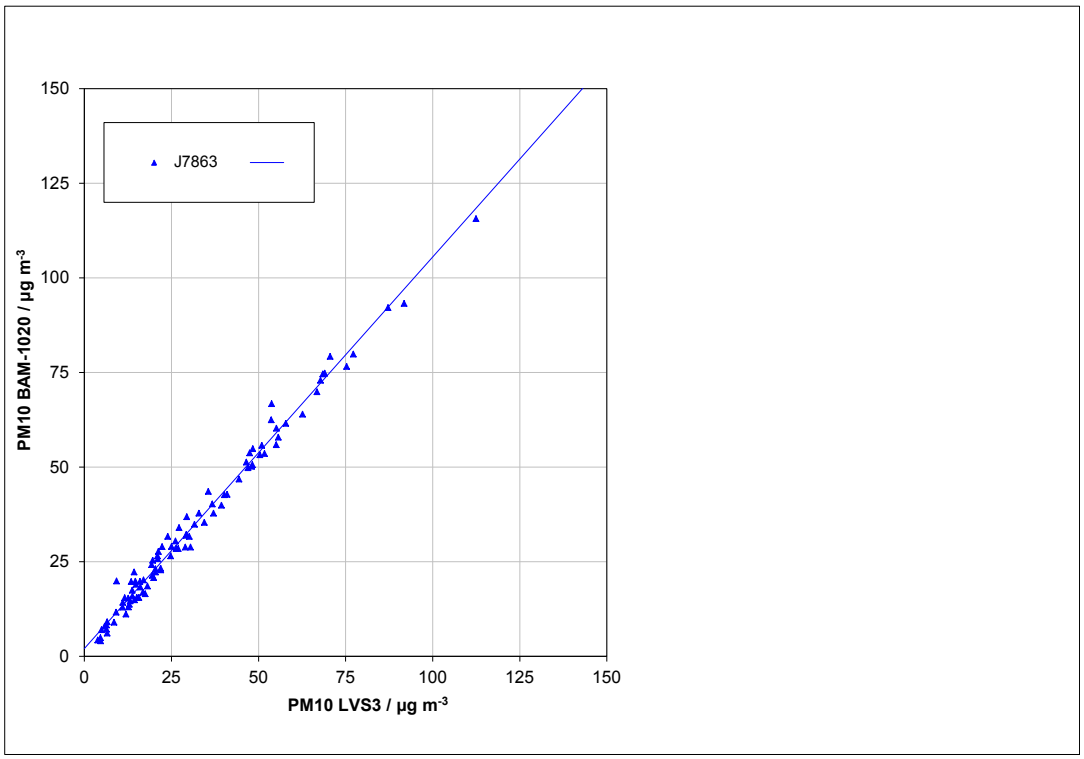


Abbildung 23: Referenz vs. Testgerät, J7863, Messkomponente PM_{10}, CZ-Tusimice

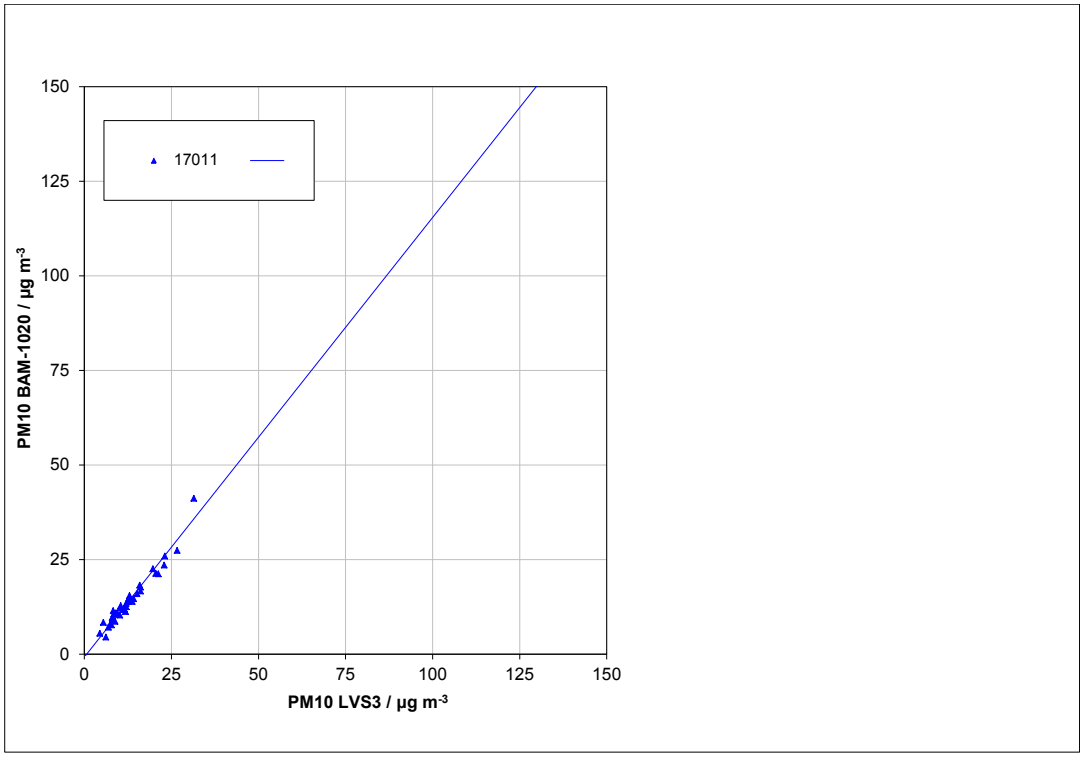


Abbildung 24: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Messkomponente PM_{10}, UK-Teddington

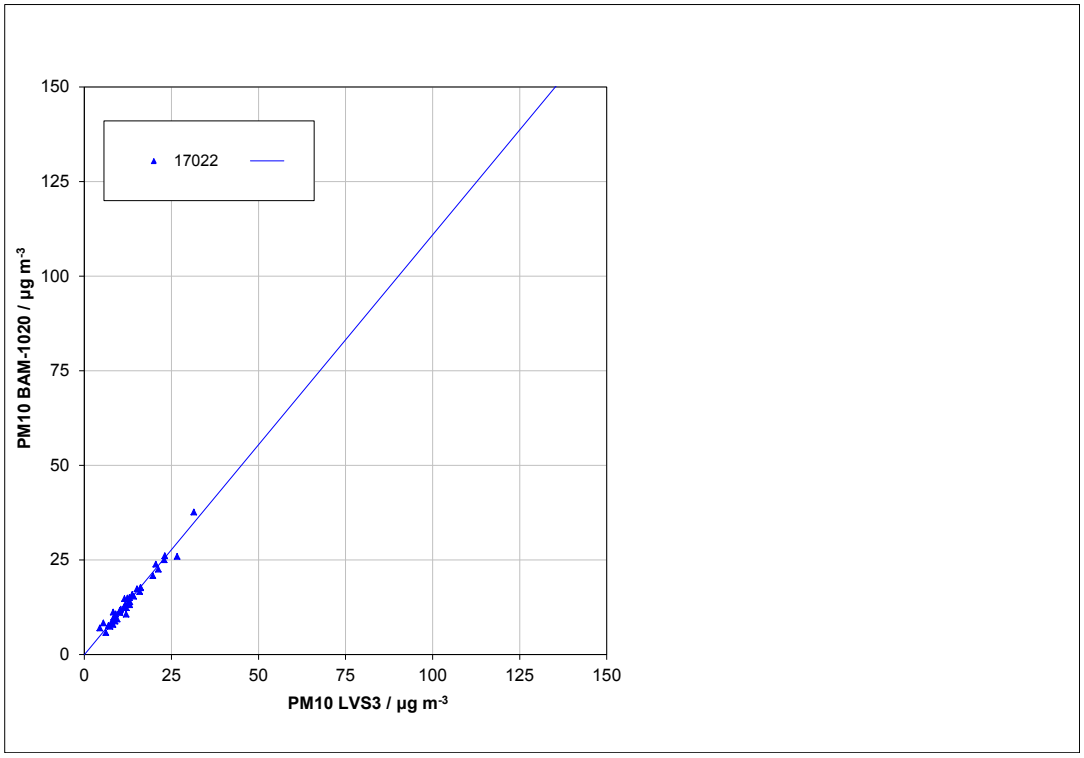


Abbildung 25: Referenz vs. Testgerät, SN 17022, Messkomponente PM_{10}, UK-Teddington

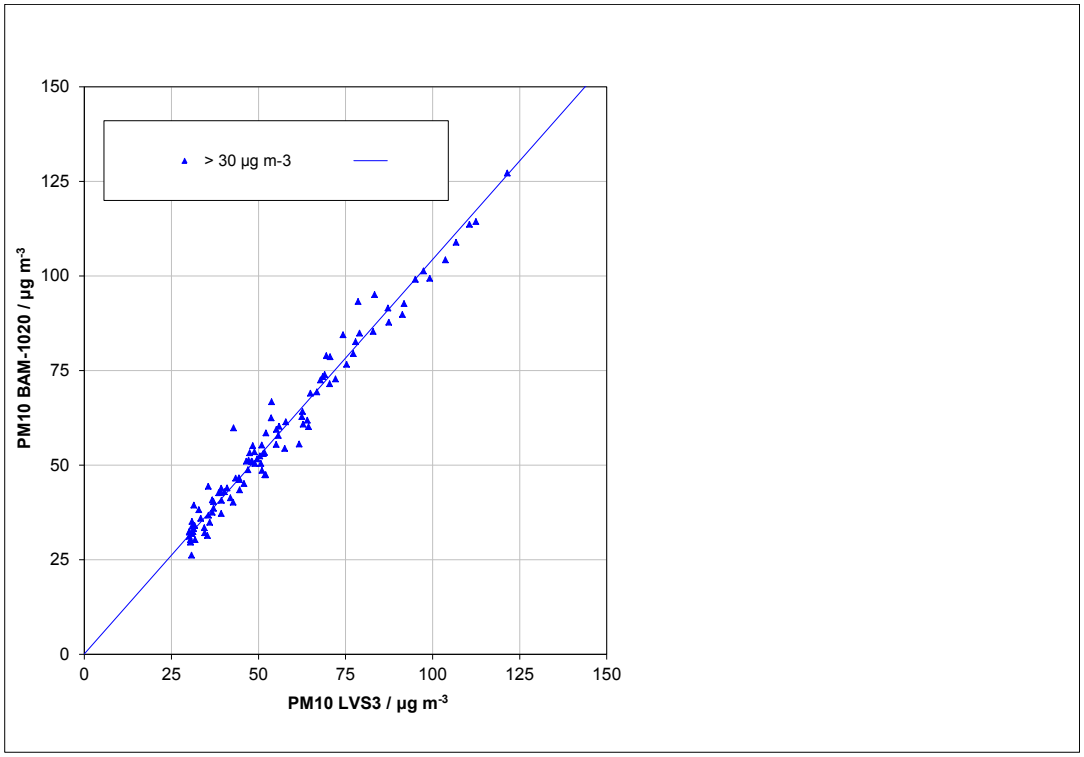


Abbildung 26: Referenz vs. Testgerät, Messkomponente PM_{10}, Alle Standorte, Werte ≥ 30 µg/m³

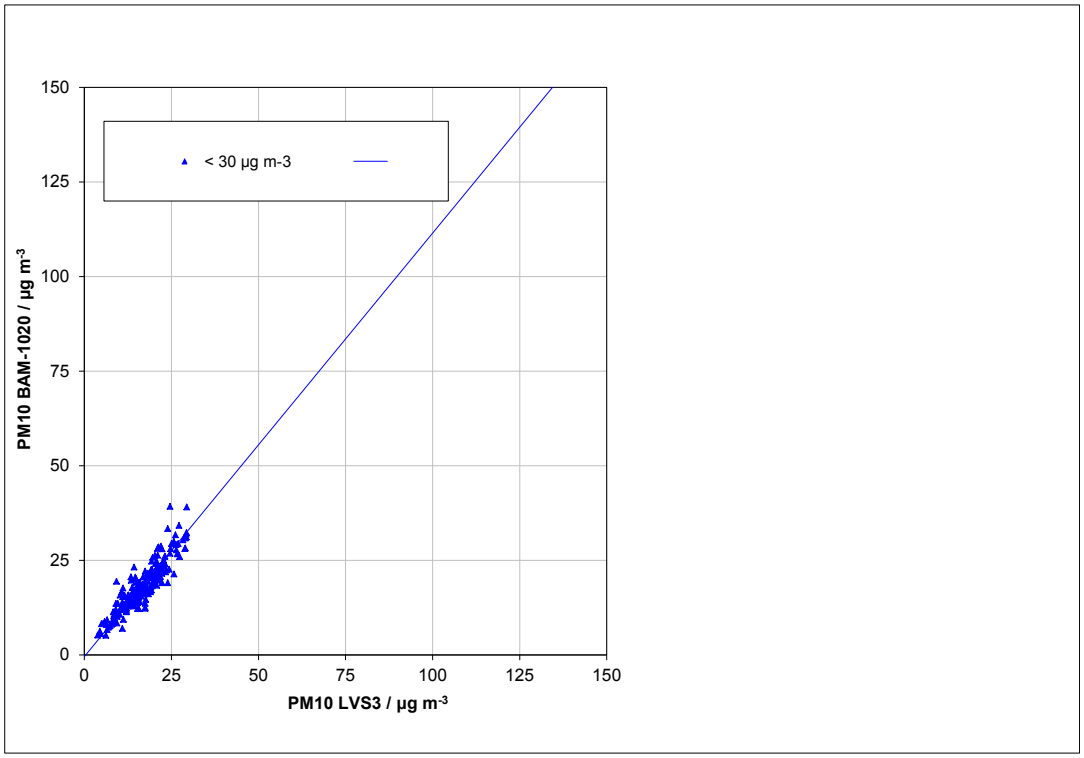


Abbildung 27: Referenz vs. Testgerät, Messkomponente PM_{10}, Alle Standorte, Werte < 30 µg/m³

4. 5.4.11 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen

Ist bei der Prüfung von $PM_{2,5}$-Messeinrichtungen die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität nach Anhang B der Richtlinie VDI 4202 Blatt 1 (September 2010) festgelegte erweiterte relative Unsicherheit, ist eine Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen zulässig. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen gemäß den Punkten 9.5.3.2ff. des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" erfüllen.

Durchführung der Prüfung

Siehe Modul 5.4.10

Auswertung

Tritt bei der Auswertung der Rohwerte gemäß Modul 5.4.10 der Fall $W_{CM} > W_{dqo}$ auf, d.h. Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet, dann ist es zulässig, einen Korrekturfaktor oder -term anzuwenden, der aus der Regressionsgleichung für den gesamten Datensatz resultiert. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen für alle Datensätze oder Teildatensätze erfüllen (siehe Modul 5.4.10). Darüber hinaus kann eine Korrektur auch für den Fall, dass $W_{CM} \leq W_{dqo}$ ist, genutzt werden, um die Genauigkeit der Prüflinge zu verbessern.

Es können drei verschiedene Fälle auftreten:

a) Steigung b nicht signifikant von 1 verschieden: $|b-1| \leq 2u(b)$,
Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden: $|a| > 2u(a)$

b) Steigung b signifikant von 1 verschieden: $|b-1| > 2u(b)$,
Achsenabschnitt a nicht signifikant von 0 verschieden: $|a| \leq 2u(a)$

c) Steigung b signifikant von 1 verschieden: $|b-1| > 2u(b)$
Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden: $|a| > 2u(a)$

zu a)

Der Wert des Achsenabschnittes a kann als Korrekturterm verwendet werden, um alle Eingangswerte y_i gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = y_i - a$$

Die resultierenden Werte von $y_{i,corr}$ können dazu dienen, mit einer linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u^2_{c\_s}(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + [c + (d-1)x_i]^2 + u^2(a)$$

mit u(a) = Unsicherheit des Originalachsenabschnittes a, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B des Leitfadens ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 5.4.10 ermittelt.

zu b)

Der Wert der Steigung b kann als Korrekturterm verwendet werden, um alle Eingangswerte y_i gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = \frac{y_i}{b}$$

Die resultierenden Werte von $y_{i,corr}$ können dazu dienen, mit einer neuen linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u^2_{c\_s}(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + \left[c + (d-1)x_i\right]^2 + x_i^2 u^2(b)$$

mit u(b) = Unsicherheit der Originalsteigung b, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B des Leitfadens ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 5.4.10 ermittelt.

zu c)

Die Werte der Steigung b und des Achsenabschnittes a können als Korrekturterme verwendet werden, um alle Eingangswerte y_i gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = \frac{y_i - a}{b}$$

Die resultierenden Werte von $y_{i,corr}$ können dazu dienen, mit einer neuen linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u^2_{c\_s}(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + \left[c + (d-1)x_i\right]^2 + x_i^2 u^2(b) + u^2(a)$$

mit u(b) = Unsicherheit der Originalsteigung b, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln und mit u(a) = Unsicherheit des Originalachsenabschnittes a, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B des Leitfadens ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 5.4.10 ermittelt.

Die Werte für $u_{c\_s,corr}$ werden dann zur Berechnung der kombinierten relativen Unsicherheit der Prüflinge nach der Korrektur gemäß der folgenden Gleichung herangezogen:

$$w^2_{c,CM,corr}(y_i) = \frac{u^2_{c\_s,corr}(y_i)}{y_i^2}$$

Für den korrigierten Datensatz wird die Unsicherheit $w_{c,CM,corr}$ am 24 h-Grenzwert berechnet, wobei y_i als Konzentration am Grenzwert eingesetzt wird.

Die erweiterte relative Unsicherheit $W_{CM,corr}$ wird entsprechend der folgenden Gleichung berechnet:

$$W_{CM',corr} = k \cdot w_{CM,corr}$$

In der Praxis wird bei großen n für k = 2 eingesetzt.

Die größte resultierende Unsicherheit $W_{CM,corr}$ wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie 2008/50/EG verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

1. $W_{CM,corr} \leq W_{dqo}$ → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

2. $W_{CM,corr} > W_{dqo}$ → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit W_{dqo} beträgt für Feinstaub 25 %.

6.5 Bewertung

Die Prüflinge erfüllen die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach einer Korrektur der Steigung. Die Korrektur führt zudem zu einer weiteren erheblichen Verbesserung der erweiterten Messunsicherheiten für den Gesamtdatensatz.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Die Auswertung des Gesamtdatensatzes für beide Prüflinge gemeinsam zeigt, dass die Messeinrichtung eine sehr gute Korrelation mit der Referenzmethode aufweist mit einer Steigung von 1,034 und einem Achsabschnitt von 0,843 bei einer erweiterten Gesamtunsicherheit von 16,0 % aufweist.

Da jedoch die erweiterte Unsicherheit für die Rohdatensätze A-Graz (Österreich 2) und UK-Teddington (17011) größer als 25% ist, ist zum Nachweis der Äquivalenz die Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen unabwendbar.

Die Version vom Januar 2010 des Leitfadens ist nicht eindeutig darin, welche Steigung und welcher Achsabschnitt konkret zur Korrektur eines Prüflings verwendet werden sollen, falls dieser Prüfling die Äquivalenzprüfung nicht besteht. Nach Rücksprache mit dem Vorsitzenden der für die Erstellung des Leitfadens verantwortlichen EU-Arbeitsgruppe (Herr Theo Hafkenscheid) wurde entschieden, dass die Anforderung aus der Version vom November 2005 des Leitfadens weiterhin gültig ist und dass die Steigung und der Achsabschnitt aus der orthogonalen Regression für den Gesamtdatensatz herangezogen werden.

Der UK Equivalence Report aus 2006 hat diesen Punkt als Schwachstelle in der Statistik für den Äquivalenznachweis in der November 2005 Version des Leitfadens beschrieben, da „präzisere“ Geräte dadurch benachteiligt werden (Anhang E Abschnitt 4.2). Die gleiche Schwachstelle wurde 1:1 in die Januar 2010 Version des Leitfadens übernommen. Sowohl der TÜV Rheinland als auch die englischen Partner von NPL / Bureau Veritas sind der Meinung, dass der BAM-1020 für PM_{10} in der Tat grundsätzlich durch die Statistik für seine Präzision benachteiligt wird.

In diesem konkreten Fall liegt die Steigung für den Gesamtdatensatz bei 1,034.

Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei 0,843.

Es erfolgt daher unter Punkt eine zusätzliche Auswertung unter Anwendung des entsprechenden Korrekturfaktors/-term auf die Datensätze für die Fälle:

a) Korrektur Achsabschnitt

   Der Datensatz wird um den Achsabschnitt von 0,843 korrigiert. Die Auswertung ergibt, dass nach dieser Korrektur die Unsicherheit für den Datensatz UK-Teddington (17011) immer noch größer als 25% ist (siehe auch Tabelle 7). Damit reicht die Korrektur des Achsabschnitts alleine nicht zum Nachweis der Äquivalenz aus.

b) Korrektur Steigung

   Der Datensatz wird um die Steigung von 1,034 korrigiert. Die Auswertung ergibt nun, dass für alle Datensätze die erweiterte Messunsicherheit kleiner als 25 % ist (siehe auch Tabelle 8). Damit kann die Äquivalenz nach der Steigungskorrektur nachgewiesen werden. Die erweitere Messunsicherheit verbessert sich von 16,0 % auf 12,5 %.

c) Korrektur Achsabschnitt und Steigung

   Der Datensatz wird um den Achsabschnitt von 0,843 und die Steigung von 1,034 korrigiert. Die Auswertung ergibt nun, dass für alle Datensätze die erweiterte Messunsicherheit kleiner als 25 % ist (siehe auch Tabelle 9). Damit kann die Äquivalenz nach der Abschnitts- und Steigungskorrektur nachgewiesen werden. Die erweitere Messunsicherheit verbessert sich von 16,0 % auf 12,1 %.

Grundsätzlich wird die Korrektur der Steigung als ausreichend erachtet, da die zusätzliche Korrektur des Achsabschnitts nur zur marginalen Verbesserung der Datenqualität führt.

Die Version des Leitfadens vom Januar 2010 verlangt für den Fall des Betriebs der Messeinrichtung in einem Messnetz, dass die Geräte jährlich an einer Anzahl von Messstellen, die wiederum abhängig ist von der höchsten erweiterten Unsicherheit in der Äquivalenzprüfung, überprüft werden. Das entsprechende Kriterium zur Festlegung der Anzahl der Messstellen ist in 5 % Schritte unterteilt (Leitfaden [4], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6). Es bleibt festzustellen, dass die höchste ermittelte erweiterte Unsicherheit nach der Korrektur der Steigung bzw. nach der Korrektur des Achsabschnitts und der Steigung im Bereich 10 % bis 15 % liegt.

Die entsprechende Umsetzung der oben genannten Anforderung zur regelmäßigen Überprüfung in den Messnetzen liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfehlen der TÜV Rheinland wie auch die englischen Partner, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes des Datensatzes hierzu herangezogen wird, nämlich 16,0 % (unkorrigierter Datensatz) respektive 12,5 % (Datensatz nach Steigungs-Korrektur) bzw. 12,1 % (Datensatz nach Achsabschnitts- und Steigungs-Korrektur), was wiederum eine jährliche Überprüfung an 4 respektive 3 Messorten erfordern würde.

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 7 bis Tabelle 9 zeigen die Ergebnisse der Auswertungen der Äquivalenzprüfung nach Anwendung der Korrekturfaktoren/-terme auf den Gesamtdatensatz.

Tabelle 7: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, nach Korrektur Achsabschnitt

BAM-1020, PM10 Korrigiert um Achsabschnitt	35.3% > 28 µg m-3	Orthogonale Regression									Unsicherheit zwischen den Geräten	
	W_{CM} / %	n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	ub	Achsabschnitt (a)	+/-	ua		Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	14,2	320	0,982	1,034	+/-	0,008	0,000	+/-	0,290		0,67	1,22
< 30 µg m-3	21,7	215	0,826	1,119	+/-	0,032	-1,288	+/-	0,557		0,53	1,09
> 30 µg m-3	16,3	105	0,971	1,042	+/-	0,017	-0,701	+/-	1,031		0,91	1,49

4294	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29	0,960	0,948	+/-	0,036	1,359	+/-	0,950		11,22	34,5
	Titz - Rödingen	37	0,962	1,058	+/-	0,035	-0,466	+/-	0,782		11,91	18,9
	Köln, Frankfurter Str.	28	0,963	1,025	+/-	0,039	-2,136	+/-	1,083		8,92	42,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	68	0,814	1,040	+/-	0,055	-0,680	+/-	0,981		10,58	4,4
	> 30 µg m³	26	0,897	0,964	+/-	0,063	0,967	+/-	2,438		10,38	100,0
	Alle Standorte	94	0,953	0,987	+/-	0,022	0,206	+/-	0,563		9,30	35,3

4295	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29	0,970	0,990	+/-	0,033	1,839	+/-	0,862		10,54	34,5
	Titz - Rödingen	37	0,961	1,056	+/-	0,035	0,417	+/-	0,785		14,52	18,9
	Köln, Frankfurter Str.	28	0,969	1,021	+/-	0,035	-0,996	+/-	0,994		7,32	42,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	68	0,830	1,056	+/-	0,053	0,092	+/-	0,952		14,49	4,4
	> 30 µg m³	26	0,929	1,025	+/-	0,056	-0,129	+/-	2,151		9,57	100,0
	Alle Standorte	94	0,960	1,004	+/-	0,021	0,892	+/-	0,528		9,53	30,9

Österreich1	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Graz	45	0,969	1,025	+/-	0,027	-1,045	+/-	1,848		20,50	82,2
	Steyregg	45	0,824	1,049	+/-	0,067	-2,593	+/-	1,392		8,95	8,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	50	0,644	1,339	+/-	0,109	-7,631	+/-	2,135		39,58	2,0
	> 30 µg m³	40	0,960	1,057	+/-	0,034	-3,668	+/-	2,431		19,88	100,0
	Alle Standorte	90	0,983	1,039	+/-	0,015	-2,137	+/-	0,729		15,78	45,6

Österreich2	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Graz	45	0,966	1,033	+/-	0,029	1,106	+/-	1,962		24,39	82,2
	Steyregg	45	0,793	1,035	+/-	0,072	-2,511	+/-	1,489		10,09	8,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	50	0,557	1,492	+/-	0,130	######	+/-	2,545		59,63	2,0
	> 30 µg m³	40	0,956	1,084	+/-	0,037	-3,138	+/-	2,635		21,77	100,0
	Alle Standorte	90	0,980	1,079	+/-	0,016	-2,544	+/-	0,818		18,61	45,6

J7860	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	59	0,906	1,172	+/-	0,047	0,361	+/-	0,839		37,23	6,8
	> 30 µg m³	38	0,974	1,002	+/-	0,027	2,311	+/-	1,548		15,38	100,0
	Alle Standorte (Tusimice)	97	0,984	0,999	+/-	0,013	2,896	+/-	0,492		15,92	43,3

J7863	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	58	0,913	1,158	+/-	0,045	-0,684	+/-	0,812		30,54	6,9
	> 30 µg m³	38	0,978	1,032	+/-	0,025	1,105	+/-	1,450		15,50	100,0
	Alle Standorte (Tusimice)	96	0,987	1,035	+/-	0,012	1,193	+/-	0,461		15,54	43,8

17011	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	39	0,960	1,039	+/-	0,034	-0,210	+/-	0,458		8,21	0,0
	> 30 µg m³	1			+/-			+/-				100,0
	Alle Standorte (Teddington)	40	0,949	1,162	+/-	0,042	-1,608	+/-	0,602		26,73	2,5

17022	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	39	0,958	1,051	+/-	0,035	-0,240	+/-	0,477		10,40	0,0
	> 30 µg m³	1			+/-			+/-				100,0
	Alle Standorte (Teddington)	40	0,963	1,110	+/-	0,034	-0,893	+/-	0,488		19,05	2,5

Tabelle 8: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, nach Korrektur Steigung

BAM-1020, PM10 Korrigiert um Steigung	35.3% > 28 µg m-3	Orthogonale Regression									Unsicherheit zwischen den Geräten	
	W_{CM} / %	n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	ub	Achsabschnitt (a)	+/-	ua		Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	12,5	320	0,982	1,000	+/-	0,008	0,824	+/-	0,280		0,67	1,18
< 30 µg m-3	17,9	215	0,826	1,079	+/-	0,031	-0,372	+/-	0,538		0,53	1,06
> 30 µg m-3	14,9	105	0,971	1,007	+/-	0,017	0,164	+/-	0,997		0,91	1,44

4294	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29	0,960	0,917	+/-	0,035	2,144	+/-	0,919		12,72	34,5
	Titz - Rödingen	37	0,962	1,023	+/-	0,034	0,378	+/-	0,756		9,03	18,9
	Köln, Frankfurter Str.	28	0,963	0,990	+/-	0,037	-1,235	+/-	1,048		10,44	42,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	68	0,814	1,003	+/-	0,053	0,219	+/-	0,949		8,97	4,4
	> 30 µg m³	26	0,897	0,931	+/-	0,061	1,815	+/-	2,358		11,57	100,0
	Alle Standorte	94	0,953	0,954	+/-	0,022	1,032	+/-	0,545		10,23	35,3

4295	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29	0,970	0,957	+/-	0,032	2,605	+/-	0,834		9,04	34,5
	Titz - Rödingen	37	0,961	1,021	+/-	0,034	1,233	+/-	0,760		11,24	18,9
	Köln, Frankfurter Str.	28	0,969	0,988	+/-	0,034	-0,135	+/-	0,962		7,70	42,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	68	0,830	1,018	+/-	0,052	0,961	+/-	0,921		11,33	4,4
	> 30 µg m³	26	0,929	0,990	+/-	0,054	0,737	+/-	2,080		8,24	100,0
	Alle Standorte	94	0,960	0,971	+/-	0,020	1,693	+/-	0,510		8,28	30,9

Österreich1	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Graz	45	0,969	0,991	+/-	0,027	-0,164	+/-	1,787		19,96	82,2
	Steyregg	45	0,824	1,012	+/-	0,065	-1,624	+/-	1,347		9,63	8,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	50	0,644	1,285	+/-	0,105	-6,378	+/-	2,065		34,09	2,0
	> 30 µg m³	40	0,960	1,022	+/-	0,033	-2,687	+/-	2,351		20,01	100,0
	Alle Standorte	90	0,983	1,005	+/-	0,014	-1,240	+/-	0,705		15,78	45,6

Österreich2	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Graz	45	0,966	0,998	+/-	0,028	1,920	+/-	1,898		22,33	82,2
	Steyregg	45	0,793	0,997	+/-	0,069	-1,531	+/-	1,441		11,48	8,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	50	0,557	1,429	+/-	0,126	-8,879	+/-	2,462		52,84	2,0
	> 30 µg m³	40	0,956	1,048	+/-	0,036	-2,167	+/-	2,549		20,66	100,0
	Alle Standorte	90	0,980	1,043	+/-	0,016	-1,631	+/-	0,791		17,32	45,6

J7860	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	59	0,906	1,131	+/-	0,046	1,195	+/-	0,812		32,66	6,8
	> 30 µg m³	38	0,974	0,969	+/-	0,026	3,074	+/-	1,498		13,09	100,0
	Alle Standorte (Tusimice)	97	0,984	0,966	+/-	0,012	3,625	+/-	0,476		13,28	43,3

J7863	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	58	0,913	1,119	+/-	0,044	0,182	+/-	0,786		26,26	6,9
	> 30 µg m³	38	0,978	0,998	+/-	0,025	1,904	+/-	1,403		12,97	100,0
	Alle Standorte (Tusimice)	96	0,987	1,001	+/-	0,012	1,975	+/-	0,446		12,77	43,8

17011	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	39	0,960	1,004	+/-	0,033	0,620	+/-	0,443		5,53	0,0
	> 30 µg m³	1			+/-			+/-				100,0
	Alle Standorte (Teddington)	40	0,949	1,123	+/-	0,041	-0,728	+/-	0,583		22,58	2,5

17022	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	39	0,958	1,016	+/-	0,034	0,592	+/-	0,461		7,27	0,0
	> 30 µg m³	1			+/-			+/-				100,0
	Alle Standorte (Teddington)	40	0,963	1,073	+/-	0,033	-0,040	+/-	0,473		15,26	2,5

Tabelle 9: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, nach Korrektur Achsabschnitt und Steigung

BAM-1020, PM10 Korrigiert um Steigung und Achsabschnitt	35.3% > 28 µg m-3	Orthogonale Regression									Unsicherheit zwischen den Geräten	
	W_{CM} / %	n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	ub	Achsabschnitt (a)	+/-	ua		Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	12,1	320	0,982	1,000	+/-	0,008	0,009	+/-	0,280		0,67	1,18
< 30 µg m-3	15,5	215	0,826	1,079	+/-	0,031	-1,187	+/-	0,538		0,53	1,06
> 30 µg m-3	14,9	105	0,971	1,007	+/-	0,017	-0,651	+/-	0,997		0,91	1,44

4294	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29	0,960	0,917	+/-	0,035	1,329	+/-	0,919		15,05	34,5
	Titz - Rödingen	37	0,962	1,023	+/-	0,034	-0,437	+/-	0,756		7,33	18,9
	Köln, Frankfurter Str.	28	0,963	0,990	+/-	0,037	-2,050	+/-	1,048		12,87	42,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	68	0,814	1,003	+/-	0,053	-0,596	+/-	0,949		9,11	4,4
	> 30 µg m³	26	0,897	0,931	+/-	0,061	1,000	+/-	2,358		13,74	100,0
	Alle Standorte	94	0,953	0,954	+/-	0,022	0,217	+/-	0,545		12,26	35,3

4295	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Köln, Parkplatz	29	0,970	0,957	+/-	0,032	1,790	+/-	0,834		9,04	34,5
	Titz - Rödingen	37	0,961	1,021	+/-	0,034	0,418	+/-	0,760		8,91	18,9
	Köln, Frankfurter Str.	28	0,969	0,988	+/-	0,034	-0,950	+/-	0,962		9,54	42,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	68	0,830	1,018	+/-	0,052	0,146	+/-	0,921		9,59	4,4
	> 30 µg m³	26	0,929	0,990	+/-	0,054	-0,078	+/-	2,080		8,55	100,0
	Alle Standorte	94	0,960	0,971	+/-	0,020	0,878	+/-	0,510		8,65	30,9

Österreich1	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Graz	45	0,969	0,991	+/-	0,027	-0,979	+/-	1,787		20,64	82,2
	Steyregg	45	0,824	1,012	+/-	0,065	-2,439	+/-	1,347		11,48	8,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	50	0,644	1,285	+/-	0,105	-7,193	+/-	2,065		31,13	2,0
	> 30 µg m³	40	0,960	1,022	+/-	0,033	-3,502	+/-	2,351		21,30	100,0
	Alle Standorte	90	0,983	1,005	+/-	0,014	-2,055	+/-	0,705		16,94	45,6

Österreich2	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Einzeldatensätze	Graz	45	0,966	0,998	+/-	0,028	1,105	+/-	1,898		21,51	82,2
	Steyregg	45	0,793	0,997	+/-	0,069	-2,346	+/-	1,441		13,69	8,9
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	50	0,557	1,429	+/-	0,126	-9,694	+/-	2,462		49,76	2,0
	> 30 µg m³	40	0,956	1,048	+/-	0,036	-2,982	+/-	2,549		20,80	100,0
	Alle Standorte	90	0,980	1,043	+/-	0,016	-2,446	+/-	0,791		17,28	45,6

J7860	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	59	0,906	1,131	+/-	0,046	0,380	+/-	0,812		29,59	6,8
	> 30 µg m³	38	0,974	0,969	+/-	0,026	2,259	+/-	1,498		11,97	100,0
	Alle Standorte (Tusimice)	97	0,984	0,966	+/-	0,012	2,810	+/-	0,476		11,73	43,3

J7863	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	58	0,913	1,119	+/-	0,044	-0,633	+/-	0,786		23,28	6,9
	> 30 µg m³	38	0,978	0,998	+/-	0,025	1,089	+/-	1,403		11,54	100,0
	Alle Standorte (Tusimice)	96	0,987	1,001	+/-	0,012	1,160	+/-	0,446		11,08	43,8

17011	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	39	0,960	1,004	+/-	0,033	-0,195	+/-	0,443		4,58	0,0
	> 30 µg m³	1			+/-			+/-				100,0
	Alle Standorte (Teddington)	40	0,949	1,123	+/-	0,041	-1,543	+/-	0,583		19,51	2,5

17022	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 50 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	u_b	Achsabschnitt (a)	+/-	u_a		W_{CM} / %	% > 28 µg m³
Gesamtdatensätze	< 30 µg m³	39	0,958	1,016	+/-	0,034	-0,223	+/-	0,461		5,30	0,0
	> 30 µg m³	1			+/-			+/-				100,0
	Alle Standorte (Teddington)	40	0,963	1,073	+/-	0,033	-0,855	+/-	0,473		12,29	2,5

5. Anhang (Akkreditierungen)

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Beliehene gemäß § 8 Absatz 1 AkkStelleG i.V.m. § 1 Absatz 1 AkkStelleGBV
Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen
von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung

Akkreditierung

Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass die

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH

mit ihrer

Messstelle für Immissionsschutz (Environmental Protection)
Am Grauen Stein, 51105 Köln

und ihrer unselbständigen Messstelle

Robert-Koch-Straße 27, 55129 Mainz

die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 besitzt, Prüfungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

Bestimmung (Probenahme und Analytik) von anorganischen und organischen gas- oder partikelförmigen Luftinhaltsstoffen im Rahmen von Emissions- und Immissionsmessungen; Probenahme von luftgetragenen polyhalogenierten Dibenzo-p-Dioxinen und Dibenzofuranen bei Emissionen und Immissionen; Probenahme von faserförmigen Partikeln bei Emissionen und Immissionen; Ermittlung von gas- oder partikelförmigen Luftinhaltsstoffen mit kontinuierlich arbeitenden Messgeräten; Bestimmung von Geruchsstoffen in Luft; Kalibrierungen und Funktionsprüfungen kontinuierlich arbeiten-der Messgeräte für Luftinhaltsstoffe einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung; Eignungsprüfungen von automatisch arbeitenden Emissions- und Immissionsmesseinrichtungen einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfern-überwachung; Feuerraummessungen; Ermittlung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen; Ermittlung von Geräuschen und Vibrationen am Arbeitsplatz;
Modul Immissionsschutz

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 13.05.2011 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-11120-02 und ist gültig bis 31.01.2013. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 32 Seiten.

Registrierungsnummer der Urkunde: **D-PL-11120-02-00**

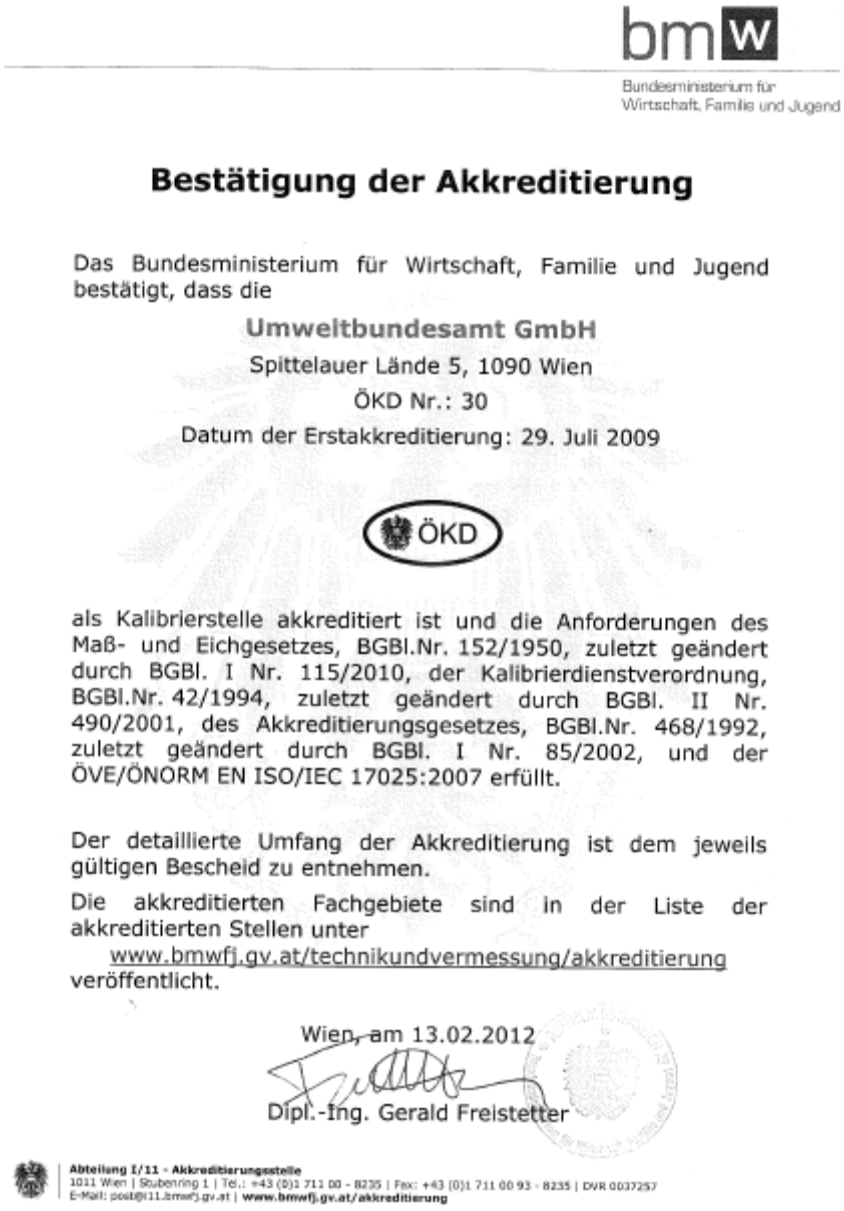
i. V. Valbuena

Berlin, 13.05.2011

Andrea Valbuena
Abteilungsleiterin

Siehe Hinweise auf der Rückseite

Abbildung 28: Akkreditierungsurkunde TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH



bmwf
Bundesministerium für
Wirtschaft, Familie und Jugend

Bestätigung der Akkreditierung

Das Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend bestätigt, dass die

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5, 1090 Wien

ÖKD Nr.: 30

Datum der Erstakkreditierung: 29. Juli 2009

ÖKD

als Kalibrierstelle akkreditiert ist und die Anforderungen des Maß- und Eichgesetzes, BGBl.Nr. 152/1950, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 115/2010, der Kalibrierdienstverordnung, BGBl.Nr. 42/1994, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 490/2001, des Akkreditierungsgesetzes, BGBl.Nr. 468/1992, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 85/2002, und der ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025:2007 erfüllt.

Der detaillierte Umfang der Akkreditierung ist dem jeweils gültigen Bescheid zu entnehmen.

Die akkreditierten Fachgebiete sind in der Liste der akkreditierten Stellen unter
www.bmwfj.gv.at/technikundvermessung/akkreditierung
veröffentlicht.

Wien, am 13.02.2012

Dipl.-Ing. Gerald Freistetter

Abteilung I/11 - Akkreditierungsstelle
1011 Wien | Stubenring 1 | Tel.: +43 (0)1 711 00 - 8235 | Fax: +43 (0)1 711 00 93 - 8235 | DVR 0037257
E-Mail: post@i11.bmwfj.gv.at | www.bmwfj.gv.at/akkreditierung

Abbildung 29: Akkreditierungsurkunde Umweltbundesamt Österreich

CZECH HYDROMETEOROLOGICAL INSTITUTE

Na Sabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komorany, Czech Republic

To whom it may concern

Subject: certification

Prague, 5.12.2012

We declare that our Ambient Air Monitoring Network and Laboratories as Imission Monitoring (IM) department-system by CHMI is designated as National Reference Laboratory (NRL) for air pollution by MoE CR and IM is accredited according to EN ISO/IEC 17025:2005.

Jiri Novak

Head of Imission Monitoring system
Czech Hydrometeorological Institute

Abbildung 30: Akkreditierungsurkunde CHMI, CZ

Schedule of Accreditation

Issued by

United Kingdom Accreditation Service

21 - 47 High Street, Feltham, Middlesex, TW13 4UN, UK

0002

Accredited to ISO/IEC 17025:2005

NPL Management Ltd

Issue No: 047 **Issue date:** 22 October 2012

Hampton Road **Teddington** **Middlesex** **TW11 0LW**	**Contact: Customer Helpline** **Tel: +44 (0)20 8943 7070** **Fax: +44 (0)20 8943 6184** **E-Mail: measurement_services@npl.co.uk** **Website: www.npl.co.uk**

Testing performed by the Organisation at the locations specified below

Locations covered by the organisation and their relevant activities

Laboratory locations:

Location details		Activity	Location code
Address Hampton Road Teddington Middlesex TW11 0LW	**Local contact** Mr Tahir Maqba Customer Services Manager Tel: +44 (0)20 8943 6796 Fax: +44 (0)20 8943 6184 E-Mail: tahir.maqba@npl.co.uk Website: www.npl.co.uk	**Support Functions:** Quality System Quality Audit Administration **Testing:** Mechanical, metallurgical, physical and chemical testing **Sampling and Testing:** Stack Emissions Testing	A
Address University of Huddersfield Queensgate Huddersfield Building T4/04 HD1 3DH	**Local contact** Lisa Leonard Tel: +44 (0) 20 8943 6716 Fax: +44 (0) 208 614 0482 E-mail: lisa.leonard@npl.co.uk Website: http://www.npl.co.uk/huddersfield	**Testing:** Dimensional testing	D

Site activities performed away from the locations listed above:

Location details	Activity	Location code
Customers' premises/sites	Sampling and analysis	B
Customer Sites requiring Stack Emissions Testing	Stack Emissions Testing	C

0002
Accredited to
ISO/IEC 17025:2005

Schedule of Accreditation
issued by
United Kingdom Accreditation Service
21 - 47 High Street, Feltham, Middlesex, TW13 4UN, UK

NPL Management Ltd
Issue No: 047 **Issue date:** 22 October 2012

Testing performed by the Organisation at the locations specified

Materials/Products tested	Type of test/Properties measured/Range of measurement	Standard specifications/ Equipment/Techniques used	Location Code
WORKPLACE AND AMBIENT ATMOSPHERIC POLUTANTS, AND OTHER GAS SAMPLES (cont'd)	Chemical Tests (cont'd)		
Volatile organic compounds using pumped sorbent tubes	0.0001 to 200 ml/m^3 (ppm v/v) for some individual species	Documented in-house method based on MDHS 60 and 72 and ISO standard TC/146/SC2/N142 using Gas Chromatography with a FID end point QPDQM/B/527	A
	Physical Tests		
Volatile organic compounds using sorbent sampler tubes	0.0001 to 200 ml/m^3 (ppm v/v) for some individual species with opinions and interpretations based on NIST research library	Documented in-house method based on BS EN ISO 16017-1&2, UK HSE MDHS 63, 72 & 80 using an automated thermal desorber gas chromatogram with a mass spectrometer and optional simultaneous flame ionisation detector (ATD/GC/MS-FID)	A
Total mercury from glass adsorption tubes containing gold-coated silica	Total mercury	Thermal desorption-atomic fluorescence spectroscopy. Documented in-house method QPAS/B/544 in accordance with BS EN 15852:2010	A
Weight of suspended particulate matter	25 ug to 7 mg equivalent to 1 µg/m^3 for a 1 m^3/hour sampler to 120 µg/m^3 for a 2.3 m^3/hour sampler	Documented in-house method based on BS EN 14907:2005	A
Pumped and diffusive sorbent tubes	C2 to C10 hydrocarbons, Nitrogen dioxide Nitrogen monoxide Sulphur dioxide Volatile organic compounds	Documented in-house methods QPDQM/B/522, 523, 525, 526, 527	B

Assessment Manager: TSS Page 9 of 16

Abbildung 31: Akkreditierungsurkunde NPL, UK (Ausschnitte)

6. Anhang (Messdaten)

Anlage 1 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 1 von 13**

Hersteller Net One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. Gerät 1 / Gerät 2

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
1	11.02.2006	35,2	35,5	29,8	32,9	Geräte 4294 / 4295	D-Köln, Parkplatz
2	12.02.2006			25,7	26,0		
3	13.02.2006	33,4	35,7	30,9	33,3		
4	14.02.2006						
5	15.02.2006	12,5	11,7	10,9	12,7		
6	16.02.2006	9,8	9,4	10,1	11,5		
7	17.02.2006	9,6	9,2	8,2	8,7		
8	18.02.2006			14,0	13,3		
9	19.02.2006			10,4	11,5		
10	20.02.2006	9,2	10,0	12,4	14,7		
11	21.02.2006	14,0	13,8	14,1	16,1		
12	22.02.2006	16,0	16,1	17,7	18,9		
13	23.02.2006			20,5	20,3		
14	24.02.2006			29,5	31,1		
15	25.02.2006	27,9	28,8	29,1	31,6		
16	26.02.2006			31,1	32,2		
17	27.02.2006			32,1	34,1		
18	28.02.2006			11,8	14,0		
19	01.03.2006	15,5	15,7	15,6	14,9		
20	02.03.2006	19,1	20,0	22,1	21,8		
21	03.03.2006	45,8	45,9	43,9	46,3		
22	04.03.2006			46,1	47,8		
23	05.03.2006			21,0	23,1		
24	06.03.2006	21,1	21,0	19,8	22,0		
25	07.03.2006	26,2	26,6	26,8	28,7		
26	08.03.2006	14,6	13,6	14,3	16,3		
27	09.03.2006	14,8	14,6	16,8	16,2		
28	10.03.2006	12,1	12,0	11,1	11,6		
29	11.03.2006			25,8	27,5		
30	12.03.2006			29,9	31,7		

Anlage 1 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 2 von 13**

Hersteller Net One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. Gerät 1 / Gerät 2

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
31	13.03.2006	24,7	24,5	25,7	28,0	Geräte 4294 / 4295	D-Köln, Parkplatz
32	14.03.2006	30,2	30,1	31,4	33,2		
33	15.03.2006	33,3	33,6	35,2	36,7		
34	16.03.2006	39,2	39,1	42,1	43,5		
35	17.03.2006			39,5	40,8		
36	18.03.2006	37,0	37,2	40,3	40,4		
37	19.03.2006			58,8	61,9		
38	20.03.2006	62,5	62,5	60,9	64,8		
39	21.03.2006			31,8	32,9		
40	22.03.2006	29,3	29,4	31,1	33,6		
41	23.03.2006	21,3	22,7	28,8	28,7		
42	24.03.2006			33,6	36,1		
43	25.03.2006	8,1	9,8	11,5	12,2		
44	26.03.2006			11,1	11,5		
45	27.03.2006			13,4	14,7		
46	28.03.2006	8,9	9,3	13,4	13,8		
47	29.03.2006	10,3	11,2	16,1	17,3		
48	30.03.2006			9,8	10,6		
49	31.03.2006	9,6	10,9	15,3	16,3		
50	01.04.2006			11,5	12,5		
51	02.04.2006			10,0	10,5		
52	03.04.2006			20,3	22,8		
53	04.04.2006			24,7	26,7		
54	26.07.2006	49,1	48,6	52,8	54,2	Geräte 4294 / 4295	D-Titz-Rödingen
55	27.07.2006	39,0	39,7	43,4	44,4		
56	28.07.2006						
57	29.07.2006						
58	30.07.2006	17,8	19,2	20,0	21,6		
59	31.07.2006	17,6	18,7	21,3	21,8		
60	01.08.2006	15,9	16,0	16,8	19,6		

Anlage 1 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 3 von 13**

Hersteller Net One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. Gerät 1 / Gerät 2

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
61	02.08.2006	17,4	17,8	18,7	20,2	Geräte 4294 / 4295	D-Titz-Rödingen
62	03.08.2006	16,5	17,6	16,2	17,8		
63	04.08.2006	22,5	23,0	24,8	25,0		
64	05.08.2006	20,1	21,4	24,3	25,2		
65	06.08.2006	18,7	18,7	21,0	22,4		
66	07.08.2006	22,0	22,9	21,6	23,3		
67	08.08.2006	14,6	14,8	13,7	14,8		
68	09.08.2006	29,8	28,0	27,7	28,5		
69	10.08.2006	22,6	22,9	23,0	23,7		
70	11.08.2006	18,0	16,6	16,9	17,5		
71	12.08.2006	20,4	19,5	20,5	21,8		
72	13.08.2006	13,8	12,9	13,5	13,2		
73	14.08.2006	13,8	12,9	20,4	20,9		
74	15.08.2006	30,7	30,3	29,9	30,5		
75	16.08.2006	22,0	23,6	24,8	25,3		
76	17.08.2006	16,9	17,8	16,9	17,7		
77	18.08.2006	12,1	11,6	13,1	12,7		
78	19.08.2006	11,5	13,2	13,8	15,4		
79	20.08.2006	10,3	11,6	13,5	14,4		
80	21.08.2006	15,4	15,5	18,5	18,8		
81	22.08.2006	19,5	20,4	21,0	21,7		
82	23.08.2006	38,2	38,9	42,6	42,8		
83	24.08.2006	15,0	16,1	17,1	18,4		
84	25.08.2006	31,9	31,0	32,5	34,0		
85	26.08.2006	31,1	30,6	32,3	31,5		
86	27.08.2006	21,3	21,0	22,8	23,5		
87	28.08.2006	12,8	13,2	14,4	14,6		
88	29.08.2006	13,7	14,5	15,7	14,5		
89	30.08.2006						
90	31.08.2006	16,7	18,2	22,3	22,0		

Anlage 1 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 4 von 13**

Hersteller Net One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. Gerät 1 / Gerät 2

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
91	01.09.2006	23,3	23,1	26,1	26,1	Geräte 4294 / 4295	D-Titz-Rödingen
92	02.09.2006	20,4	20,0	20,5	23,5		
93	03.09.2006	9,3	8,9	10,3	12,6		
94	29.09.2006	32,9	30,4	33,5	34,6	Geräte 4294 / 4295	D-Köln, Frankf. Str.
95	30.09.2006	18,8	19,7	16,5	17,8		
96	01.10.2006	15,2	15,4	11,5	13,0		
97	02.10.2006	17,9	17,0	12,0	13,1		
98	03.10.2006	18,8	18,1	15,4	16,9		
99	04.10.2006	23,5	23,7	21,5	23,3		
100	05.10.2006	14,1	12,6	15,2	15,7		
101	06.10.2006	14,1	12,8	13,1	13,0		
102	07.10.2006	20,6	21,3	19,3	20,1		
103	08.10.2006	23,7	23,0	21,8	22,0		
104	09.10.2006	30,4	30,4	30,8	29,7		
105	10.10.2006	36,2	35,9	34,8	35,0		
106	11.10.2006	39,7	38,9	36,5	37,9		
107	12.10.2006	51,1	50,4	49,5	51,3		
108	13.10.2006	42,0	42,0	40,3	42,5		
109	14.10.2006	52,1	50,0	47,8	49,3		
110	15.10.2006	37,7	35,7	37,5	37,6		
111	16.10.2006	31,0	29,2	32,0	32,8		
112	17.10.2006	31,8	30,1	33,8	33,9		
113	18.10.2006	31,8	30,1	34,8	35,4		
114	19.10.2006	22,7	21,6	21,8	23,2		
115	20.10.2006	14,2	13,1	13,3	14,5		
116	21.10.2006	13,6	11,8	12,0	13,8		
117	22.10.2006	13,2	12,9	11,6	15,2		
118	23.10.2006	15,4	15,4	15,4	16,7		
119	24.10.2006	19,4	19,2	18,1	18,6		
120	25.10.2006	19,8	18,7	22,5	22,5		

Anlage 1 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 5 von 13**

Hersteller Net One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. Gerät 1 / Gerät 2

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
121	26.10.2006	33,4	29,0	31,1	33,7	Geräte 4294 / 4295	D-Köln, Frankf. Str.
122	05.06.2008	20,2	20,4	26,1	26,4	Geräte Österreich 1 / Österreich 2	A-Steyregg
123	06.06.2008	16,6	17,3	20,8	20,3		
124	07.06.2008	13,9	14,9	16,7	17,6		
125	08.06.2008	20,7	21,5	20,0	21,2		
126	09.06.2008	14,7	15,4	17,1	17,2		
127	10.06.2008						
128	11.06.2008	24,1	24,7	21,8	23,5		
129	12.06.2008	21,9	22,7	22,0	21,1		
130	13.06.2008	19,6	20,1	17,6	19,7		
131	14.06.2008	17,6	17,9	20,4	19,6		
132	15.06.2008	16,2	16,6	15,5	15,5		
133	16.06.2008	12,0	11,9	12,1	12,4		
134	17.06.2008						
135	18.06.2008		14,4	15,5	14,3		
136	19.06.2008						
137	20.06.2008		20,4	23,8	21,6		
138	21.06.2008		19,5	18,9	18,6		
139	22.06.2008		27,6	21,2	21,6		
140	23.06.2008		23,1	22,3	22,1		
141	24.06.2008						
142	25.06.2008	28,6	29,4	28,2	28,3		
143	26.06.2008	31,2	32,4	30,6	30,0		
144	27.06.2008	25,4		28,0	27,8		
145	28.06.2008	16,5	16,5	17,9	18,3		
146	29.06.2008	16,7	17,7	15,9	16,2		
147	30.06.2008	19,4	18,6	18,3	18,0		
148	01.07.2008						
149	02.07.2008						
150	03.07.2008	35,6	35,8	37,1	36,4		

Anlage 1 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 6 von 13**

Hersteller Net One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. Gerät 1 / Gerät 2

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
151	04.07.2008	19,5	19,1	20,4	20,4	Geräte Österreich 1 / Österreich 2	A-Steyregg
152	05.07.2008	18,1	17,6	18,4	18,5		
153	06.07.2008	14,4	14,6	12,2	13,7		
154	07.07.2008	23,6	24,2	19,0	19,2		
155	08.07.2008						
156	09.07.2008	15,6	16,3	14,0	14,2		
157	10.07.2008	19,7	18,3	17,2	18,0		
158	11.07.2008	20,0	18,8	18,7	19,2		
159	12.07.2008	19,0	19,2	16,8	16,6		
160	13.07.2008	15,7	15,7	12,4	12,0		
161	14.07.2008	20,5	21,5	20,2	20,0		
162	15.07.2008						
163	16.07.2008	22,9	23,4	23,8	24,3		
164	17.07.2008	17,3	17,6	12,6	12,1		
165	18.07.2008	20,9	20,8	18,8	18,0		
166	19.07.2008	15,5	15,2	14,2	13,3		
167	20.07.2008	17,3	17,6	14,0	13,3		
168	21.07.2008	18,6	18,9	16,6	18,8		
169	22.07.2008						
170	23.07.2008	22,6	22,0	19,4	18,7		
171	24.07.2008	30,5	31,1	26,8	25,7		
172	25.07.2008	26,8	28,0	27,0	25,0		
173	26.07.2008	20,4	20,5	21,9	19,9		
174	27.07.2008	21,7	22,0	21,4	20,1		
175	28.07.2008	22,5	23,7	23,9	24,5		
176	29.07.2008						
177	30.07.2008	19,5	20,4	19,4	18,5		
178	31.07.2008	19,3	20,1	20,1	18,0		
179	01.08.2008	25,6	25,9	21,5	21,3		
180	02.08.2008	16,8	18,4	16,0	13,2		

Anlage 1 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 7 von 13**

Hersteller Net One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. Gerät 1 / Gerät 2

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
181	03.08.2008	10,7	11,7	10,0	8,7	Geräte Österreich 1 / Österreich 2	A-Steyregg
182	04.08.2008	20,5	22,1	21,2	19,7		
183	05.12.2007	121,1	121,8	125,6	128,7	Geräte Österreich 1 / Österreich 2	A-Graz
184	06.12.2007	107,7	105,9	108,1	109,6		
185	10.12.2007	71,4	69,5	71,4	71,6		
186	13.12.2007	11,3	11,0	16,8	18,6		
187	16.12.2007		31,1	30,5	31,9		
188	17.12.2007	53,8		52,1	53,4		
189	19.12.2007		82,5	90,0	91,9		
190	20.12.2007	78,6	79,5	84,3	85,5		
191	07.01.2008		107,4	109,9	113,1		
192	08.01.2008	95,5	94,6	96,8	101,4		
193	09.01.2008		86,5	91,4	93,0		
194	10.01.2008	65,0	64,9	67,4	70,6		
195	13.01.2008	63,7	62,1	59,2	62,4		
196	14.01.2008	50,4	48,8	50,4	52,9		
197	15.01.2008	49,3	48,6	49,5	51,4		
198	16.01.2008	52,9	51,3	46,5	48,3		
199	17.01.2008	57,9	57,1	53,5	55,3		
200	20.01.2008	63,9	64,2	61,0	62,8		
201	21.01.2008	100,5	97,9	98,8	99,9		
202	22.01.2008	44,6	44,6	42,6	44,4		
203	23.01.2008	52,4	50,3	52,3	53,7		
204	24.01.2008	90,6	92,0	89,5	90,1		
205	28.01.2008	20,1	18,9	16,2	20,3		
206	30.01.2008	78,2	77,6	80,8	84,4		
207	31.01.2008	72,8	71,4	71,8	73,8		
208	03.02.2008	22,0	21,7	21,4	23,3		
209	04.02.2008	55,5	56,3	59,1	61,4		
210	05.02.2008	44,7	44,3	45,2	47,1		

Anlage 1 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 8 von 13**

Hersteller Net One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. Gerät 1 / Gerät 2

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
211	06.02.2008	43,3	43,6	45,6	47,5	Geräte Österreich 1 / Österreich 2	A-Graz
212	07.02.2008	43,2	42,2	38,9	41,5		
213	10.02.2008	64,6	64,1	59,0	61,3		
214	11.02.2008	83,6	82,3	85,1	85,5		
215	12.02.2008	87,9	87,0	85,2	90,2		
216	13.02.2008	111,4	109,8	111,9	115,3		
217	14.02.2008	97,9	96,8	99,3	103,3		
218	17.02.2008	52,6	51,2	46,0	48,9		
219	18.02.2008	47,1	47,2	49,5	53,1		
220	19.02.2008	69,7	69,2	76,8	81,0		
221	20.02.2008	102,8	104,5	102,5	105,9		
222	21.02.2008	84,0	82,7	93,0	97,1		
223	24.02.2008	60,9	62,4	53,4	57,7		
224	25.02.2008	73,8	74,8	82,6	86,2		
225	26.02.2008	79,6	77,7	92,0	94,5		
226	27.02.2008	43,1	42,6	58,1	61,6		
227	28.02.2008	52,7	51,6	56,9	60,1		
228	02.03.2008	10,8	11,1	6,6	7,4		
229	03.03.2008	24,3	24,9	37,5	40,9		
230	04.03.2008	15,2	14,7	18,0	20,4		
231	05.03.2008	17,3	18,2	16,3	19,6		
232	06.03.2008	26,0	25,3	28,8	31,3		
233	07.01.2010	47,0		47,7	49,8	Geräte J7860 / J7863	CZ-Tusimice
234	08.01.2010	50,4		51,6	53,3		
235	09.01.2010			50,8	51,6		
236	10.01.2010			17,6	16,7		
237	11.01.2010	40,2		43,2	42,7		
238	12.01.2010	53,7		62,5	62,5		
239	13.01.2010	68,5		72,2	74,6		
240	14.01.2010	31,6		33,3	34,9		

Anlage 1 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 9 von 13**

Hersteller Net One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. Gerät 1 / Gerät 2

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
241	15.01.2010	44,4		46,4	46,8	Geräte J7860 / J7863	CZ-Tusimice
242	16.01.2010			41,0	40,8		
243	17.01.2010			51,6	51,0		
244	18.01.2010	21,9		23,6	23,3		
245	19.01.2010	29,3		30,1	32,2		
246	20.01.2010	51,7		53,2	53,6		
247	21.01.2010	77,2		79,1	79,8		
248	22.01.2010	91,8		92,1	93,2		
249	23.01.2010			89,9	89,9		
250	24.01.2010			69,4	71,3		
251	25.01.2010			64,4	64,6		
252	26.01.2010	53,8		66,8	66,7		
253	27.01.2010	48,4		55,4	54,8		
254	28.01.2010	5,8		9,6	7,9		
255	29.01.2010	6,0		7,7			
256	30.01.2010			10,4			
257	31.01.2010						
258	01.02.2010	12,7		14,0	13,0		
259	02.02.2010	6,4		8,4	8,3		
260	03.02.2010	9,2		12,1	11,7		
261	04.02.2010	55,7		57,8	57,9		
262	05.02.2010	55,1		55,1	55,9		
263	06.02.2010	66,8		68,9	69,9		
264	07.02.2010	46,5		50,7	51,3		
265	08.02.2010	48,3		51,1	50,6		
266	09.02.2010	62,7		64,4	64,0		
267	10.02.2010	87,2		90,9	92,1		
268	11.02.2010	50,9		54,9	55,7		
269	12.02.2010	16,1		17,0	18,3		
270	13.02.2010	11,0		13,0	13,0		

Anlage 1 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 10 von 13**

Hersteller Net One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. Gerät 1 / Gerät 2

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
271	14.02.2010	29,2		31,8	31,9	Geräte J7860 / J7863	CZ-Tusimice
272	15.02.2010	47,5		52,8	53,8		
273	16.02.2010	57,9		61,3	61,5		
274	17.02.2010	75,3		76,6	76,6		
275	18.02.2010	69,0		73,0	74,8		
276	19.02.2010	55,2		58,6	60,3		
277	20.02.2010	20,4		21,4	22,3		
278	21.02.2010	19,9		20,2	20,8		
279	22.02.2010	67,8		72,0	72,9		
280	23.02.2010	112,5		113,0	115,6		
281	24.02.2010	70,6		78,1	79,2		
282	25.02.2010	64,6					
283	26.02.2010	37,1		39,4	37,8		
284	27.02.2010	25,0		29,8	29,0		
285	28.02.2010	13,5		19,7	19,7		
286	01.03.2010	6,5		9,5	9,1		
287	02.03.2010	13,8		18,2	17,4		
288	03.03.2010	12,6		16,4	15,3		
289	04.03.2010	14,9		21,4	19,0		
290	05.03.2010	14,3		24,1	22,3		
291	06.03.2010	24,0		35,1	31,7		
292	20.04.2010	41,0		45,1	42,8		
293	21.04.2010	13,8		17,2	15,9		
294	22.04.2010	19,6		26,2	25,4		
295	23.04.2010	32,9		38,6	37,8		
296	24.04.2010	48,0		51,9	50,2		
297	25.04.2010	36,8		41,4	40,2		
298	26.04.2010	20,4		25,1	23,1		
299	27.04.2010	19,5		23,4	21,4		
300	28.04.2010	26,2		33,1	30,5		

Anlage 1 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 11 von 13**

Hersteller Net One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. Gerät 1 / Gerät 2

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
301	29.04.2010	35,6		45,2	43,6	Geräte J7860 / J7863	CZ-Tusimice
302	30.04.2010	27,2		34,4	34,0		
303	01.05.2010	13,2		16,6	14,7		
304	02.05.2010	29,0		33,0	28,9		
305	03.05.2010	15,1		17,4	15,5		
306	04.05.2010	21,1		27,0	25,7		
307	05.05.2010	24,8		29,6	26,6		
308	06.05.2010	12,0		13,2	11,2		
309	07.05.2010	8,5		12,5	9,0		
310	08.05.2010	18,1		20,8	18,5		
311	09.05.2010	15,7		17,8	15,6		
312	10.05.2010	39,4		41,5	39,9		
313	11.05.2010	30,5		30,4	28,8		
314	12.05.2010	14,4		16,3	14,9		
315	13.05.2010	17,5		18,7	16,5		
316	14.05.2010	4,7		6,4	4,9		
317	15.05.2010	12,9		13,4	13,8		
318	16.05.2010	16,0		18,6	19,8		
319	17.05.2010	19,4		25,3	24,2		
320	18.05.2010	11,6		15,9	15,5		
321	19.05.2010	6,4		8,8	7,2		
322	20.05.2010	11,0		16,5	14,2		
323	21.05.2010	26,4		29,8	28,5		
324	22.05.2010	27,0		30,3	28,5		
325	23.05.2010	16,8		20,3	16,9		
326	24.05.2010	17,0		21,4	20,2		
327	25.05.2010	21,2		29,3	27,7		
328	26.05.2010	30,2		30,7	31,7		
329	27.05.2010	29,4		41,3	36,9		
330	28.05.2010	22,3		27,1	29,0		

Anlage 1 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 12 von 13**

Hersteller Net One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. Gerät 1 / Gerät 2

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
331	29.05.2010	34,5		31,5	35,4	Geräte J7860 / J7863	CZ-Tusimice
332	30.05.2010	6,6		7,2	6,1		
333	31.05.2010	3,9		6,2	4,3		
334	01.06.2010	4,7		7,1	4,1		
335	02.06.2010	4,9		9,4	7,0		
336	03.06.2010	9,2		19,1	19,9		
337	04.06.2010	14,7		21,3	19,8		
338	05.06.2010	21,0		29,8	26,6		
339	06.06.2010	22,0		23,3	22,9		
340	10.04.2012			8,8	9,8	Geräte 17022 / 17011	UK-Teddington
341	11.04.2012			9,6	11,9		
342	12.04.2012	13,8	13,7	15,9	13,9		
343	13.04.2012	21,3	21,2	22,5	21,2		
344	14.04.2012	11,4	11,7	14,8	12,0		
345	15.04.2012	11,5	12,2	13,4	11,3		
346	16.04.2012	10,4	10,0	11,1	10,3		
347	17.04.2012	8,7	8,4	9,8	9,1		
348	18.04.2012	8,3	8,2	7,9	8,9		
349	19.04.2012	12,1	10,9	12,6	11,8		
350	20.04.2012	6,9	6,9	7,6	7,1		
351	21.04.2012	7,9	7,7	8,6	7,7		
352	22.04.2012	9,1	8,5	8,8	8,7		
353	23.04.2012	7,4	7,4	7,4	7,9		
354	24.04.2012	12,1	12,0	12,4	12,5		
355	25.04.2012	9,4	9,5	9,4	10,9		
356	26.04.2012	12,4	12,3	14,9	13,9		
357	27.04.2012	13,9	14,4	15,4	14,6		
358	28.04.2012	4,4	4,5	7,0	5,5		
359	29.04.2012	8,2	8,4	11,2	11,5		
360	30.04.2012	15,1	15,2	17,4	16,0		

Anlage 1 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 13 von 13**

Hersteller Net One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. Gerät 1 / Gerät 2

Schwebstaub PM10
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Gerät 1 PM10 [µg/m³]	Gerät 2 PM10 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
361	01.05.2012	20,5	20,6	23,9	21,3	Geräte 17022 / 17011	UK-Teddington
362	02.05.2012	22,8	23,1	25,0	23,5		
363	03.05.2012	16,0	16,3	17,7	17,8		
364	04.05.2012	12,8	13,1	15,1	15,5		
365	05.05.2012	10,2	10,2	11,6	12,2		
366	06.05.2012	16,4	15,9	17,6	16,7		
367	07.05.2012	10,3	10,6	12,0	12,8		
368	08.05.2012	12,6	13,0	13,9	13,9		
369	09.05.2012	5,5	5,5	8,3	8,4		
370	10.05.2012	6,1	6,2	5,8	4,5		
371	11.05.2012	8,4	8,6	9,9	10,6		
372	12.05.2012	12,9	13,2	13,9	15,0		
373	13.05.2012	12,1	11,9	10,6	13,4		
374	14.05.2012	8,0	8,0	8,1	9,7		
375	15.05.2012	8,9	9,1	10,7	10,9		
376	16.05.2012	13,0	13,1	13,1	15,2		
377	17.05.2012	26,4	27,0	25,9	27,4		
378	18.05.2012	22,9	23,4	26,1	25,9		
379	19.05.2012	19,4	20,0	20,9	22,5		
380	20.05.2012	15,9	16,0	16,6	18,2		
381	21.05.2012	31,2	31,7	37,7	41,2		

Anlage 2 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 1 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]		
1	11.02.2006	D-Köln, Parkplatz	1,9	82,9	0,0		
2	12.02.2006		2,5	65,3	0,7		
3	13.02.2006		4,1	61,0	1,0		
4	14.02.2006		5,4	79,7	1,4		
5	15.02.2006		7,1	84,8	1,4		
6	16.02.2006		7,2	75,8	0,9		
7	17.02.2006		6,6	66,7	1,1		
8	18.02.2006		5,4	80,2	0,2		
9	19.02.2006		6,9	69,2	0,8		
10	20.02.2006		3,2	82,6	1,0		
11	21.02.2006		4,0	72,2	1,0		
12	22.02.2006		1,8	60,9	1,4		
13	23.02.2006		0,5	50,9	1,1		
14	24.02.2006		2,6	49,7	1,9		
15	25.02.2006		1,0	50,8	1,3		
16	26.02.2006		-1,9	72,8	0,5		
17	27.02.2006		1,2	89,1	0,2		
18	28.02.2006		1,2	88,9	1,7		
19	01.03.2006		-0,7	71,4	1,2		
20	02.03.2006		0,7	60,2	0,3		
21	03.03.2006		0,3	80,6	0,5		
22	04.03.2006		0,2	69,4	0,0		
23	05.03.2006		2,6	65,8	1,6		
24	06.03.2006		2,4	69,6	2,4		
25	07.03.2006		2,8	54,0	0,5		
26	08.03.2006		4,9	86,9	0,9		
27	09.03.2006		7,9	81,5	1,1		
28	10.03.2006		4,9	77,4	0,5		
29	11.03.2006		-1,2	68,7	2,3		
30	12.03.2006		-3,2	51,9	0,7		

Anlage 2 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 2 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]		
31	13.03.2006	D-Köln, Parkplatz	-0,1	42,0	0,5		
32	14.03.2006		2,2	39,6	0,8		
34	15.03.2006		4,4	42,9	0,9		
34	16.03.2006		2,6	46,4	1,0		
35	17.03.2006		2,8	52,3	1,9		
36	18.03.2006		3,8	57,7	1,2		
37	19.03.2006		4,5	55,5	0,7		
38	20.03.2006		3,9	62,4	0,5		
39	21.03.2006		3,6	43,3	1,0		
40	22.03.2006		3,3	42,2	2,0		
41	23.03.2006		6,6	33,7	1,8		
42	24.03.2006		8,7	72,3	0,3		
43	25.03.2006		13,4	66,4	1,7		
44	26.03.2006		15,6	66,7	0,5		
45	27.03.2006		13,4	60,2	1,4		
46	28.03.2006		9,8	58,2	0,7		
47	29.03.2006		9,1	70,2	0,9		
48	30.03.2006		12,8	68,7	1,3		
49	31.03.2006		12,2	61,9	2,6		
50	01.04.2006		10,7	65,2	0,8		
51	02.04.2006		11,5	46,8	3,0		
52	03.04.2006		8,3	59,9	1,2		
53	04.04.2006		5,5	54,0	1,4		
54	26.07.2006	D-Titz-Rödingen	26,5	55,8	0,0		
55	27.07.2006		24,1	64,7	0,0		
56	28.07.2006		20,6	80,1	0,0		
57	29.07.2006		21,7	70,5	0,0		
58	30.07.2006		21,0	70,5	0,0		
59	31.07.2006		20,1	63,0	0,0		
60	01.08.2006		17,5	71,6	1,0		

Anlage 2 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 3 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]		
61	02.08.2006	D-Titz-Rödingen	15,7	72,8	0,8		
62	03.08.2006		15,1	79,8	0,0		
63	04.08.2006		17,9	77,2	0,2		
64	05.08.2006		19,3	73,3	0,1		
65	06.08.2006		18,7	71,0	0,1		
66	07.08.2006		18,8	75,0	0,3		
67	08.08.2006		15,9	71,7	0,2		
68	09.08.2006		15,0	78,3	0,0		
69	10.08.2006		13,7	78,1	0,0		
70	11.08.2006		12,7	81,0	0,1		
71	12.08.2006		14,1	74,4	0,1		
72	13.08.2006		15,0	71,8	0,6		
73	14.08.2006		15,2	80,4	0,4		
74	15.08.2006		16,0	79,4	0,2		
75	16.08.2006		17,4	75,3	0,2		
76	17.08.2006		18,9	73,9	0,2		
77	18.08.2006		18,8	68,8	1,6		
78	19.08.2006		18,3	72,4	0,1		
79	20.08.2006		16,5	75,0	1,7		
80	21.08.2006		15,7	80,3	0,3		
81	22.08.2006		14,8	79,5	0,0		
82	23.08.2006		17,5	72,0	0,1		
83	24.08.2006		16,0	75,1	1,2		
84	25.08.2006		16,1	80,5	0,1		
85	26.08.2006		15,5	79,9	0,0		
86	27.08.2006		15,6	80,5	0,1		
87	28.08.2006		12,7	81,7	0,4		
88	29.08.2006		12,7	77,8	0,2		
89	30.08.2006		13,1	79,6	0,0		
90	31.08.2006		16,9	69,9	0,6		

Anlage 2 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 4 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]		
91	01.09.2006	D-Titz-Rödingen	20,0	66,1	0,6		
92	02.09.2006		19,8	65,5	2,1		
93	03.09.2006		20,2	75,9	2,7		
94	29.09.2006	D-Köln, Frankf. Str.	18,7	68,5	0,4		
95	30.09.2006		18,2	67,3	0,1		
96	01.10.2006		18,6	63,8	0,5		
97	02.10.2006		16,6	64,2	0,3		
98	03.10.2006		14,3	73,4	0,2		
99	04.10.2006		12,7	75,6	0,4		
100	05.10.2006		14,9	68,1	0,2		
101	06.10.2006		15,9	72,1	1,2		
102	07.10.2006		12,1	70,4	2,0		
103	08.10.2006		12,7	69,6	0,0		
104	09.10.2006		15,4	70,2	0,1		
105	10.10.2006		15,1	74,7	0,1		
106	11.10.2006		16,7	70,6	0,7		
107	12.10.2006		17,4	75,3	0,1		
108	13.10.2006		15,3	77,8	0,0		
109	14.10.2006		11,7	73,8	0,6		
110	15.10.2006		11,6	67,7	0,4		
111	16.10.2006		11,7	67,3	2,0		
112	17.10.2006		12,6	65,8	2,6		
113	18.10.2006		15,1	65,3	1,3		
114	19.10.2006		15,1	76,0	1,6		
115	20.10.2006		14,9	76,7	0,1		
116	21.10.2006		15,7	69,1	0,3		
117	22.10.2006		16,6	69,3	1,6		
118	23.10.2006		16,7	76,9	1,2		
119	24.10.2006		13,2	74,5	2,2		
120	25.10.2006		14,5	66,3	2,8		

Anlage 2 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 5 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]		
121	26.10.2006	D-Köln, Frankf. Str.	19,1	64,2	0,5		
122	05.06.2008	A-Steyregg	18,1	73,1	2,2		
123	06.06.2008		17,8	77,2	1,9		
124	07.06.2008		17,9	76,6	1,0		
125	08.06.2008		17,4	85,0	0,8		
126	09.06.2008		19,9	71,1	1,3		
127	10.06.2008		22,4	64,9	1,2		
128	11.06.2008		18,5	74,5	1,8		
129	12.06.2008		16,8	65,2	1,5		
130	13.06.2008		10,9	80,0	1,3		
131	14.06.2008		13,3	71,9	0,6		
132	15.06.2008		16,9	58,7	0,8		
134	16.06.2008		16,9	69,1	1,0		
134	17.06.2008		16,6	83,1	1,0		
135	18.06.2008		16,8	84,0	1,0		
136	19.06.2008		20,0	70,9	0,8		
137	20.06.2008		21,2	65,3	1,3		
138	21.06.2008		22,5	63,9	1,0		
139	22.06.2008		26,2	62,6	0,8		
140	23.06.2008		24,8	64,4	1,1		
141	24.06.2008		21,9	75,4	1,0		
142	25.06.2008		25,1	70,1	1,3		
143	26.06.2008		20,5	85,6	0,9		
144	27.06.2008		20,5	71,3	0,8		
145	28.06.2008		20,5	67,6	1,4		
146	29.06.2008		23,7	65,1	1,0		
147	30.06.2008		21,0	73,3	1,3		
148	01.07.2008		22,8	65,0	1,6		
149	02.07.2008		24,2	68,6	1,2		
150	03.07.2008		24,0	69,5	1,9		

Anlage 2 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 6 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]		
151	04.07.2008	A-Steyregg	18,1	70,5	1,9		
152	05.07.2008		18,9	60,3	1,3		
153	06.07.2008		21,6	76,4	1,2		
154	07.07.2008		14,8	93,0	1,2		
155	08.07.2008		17,6	70,3	1,2		
156	09.07.2008		17,7	73,8	1,1		
157	10.07.2008		20,7	72,0	0,7		
158	11.07.2008		24,6	61,9	1,6		
159	12.07.2008		19,8	80,8	1,4		
160	13.07.2008		17,0	87,1	1,6		
161	14.07.2008		15,8	82,8	1,5		
162	15.07.2008		19,5	61,0	1,9		
163	16.07.2008		21,2	66,8	1,4		
164	17.07.2008		15,6	92,5	0,7		
165	18.07.2008		15,9	86,4	0,9		
166	19.07.2008		21,4	69,7	1,0		
167	20.07.2008		17,8	82,5	1,4		
168	21.07.2008		15,1	68,3	1,7		
169	22.07.2008		13,9	81,5	2,5		
170	23.07.2008		16,1	80,1	1,4		
171	24.07.2008		15,6	93,9	1,3		
172	25.07.2008		18,2	94,6	0,8		
173	26.07.2008		20,9	87,5	0,3		
174	27.07.2008		22,3	72,5	1,4		
175	28.07.2008		23,6	64,4	1,8		
176	29.07.2008		24,3	69,9	0,9		
177	30.07.2008		23,2	74,6	1,2		
178	31.07.2008		22,8	71,3	1,1		
179	01.08.2008		24,3	68,3	1,5		
180	02.08.2008		20,4	84,9	0,7		

Anlage 2 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 7 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]		
181	03.08.2008	A-Steyregg	22,1	72,7	0,9		
182	04.08.2008		22,2	69,2	2,1		
183	05.12.2007	A-Graz	1,1	83,9	0,1		
184	06.12.2007						
185	10.12.2007		1,1	98,4	0,2		
186	13.12.2007		4,7	41,4	1,8		
187	16.12.2007		-1,3	84,7	0,6		
188	17.12.2007		-2,7	83,5	0,3		
189	19.12.2007		-4,8	84,8	0,8		
190	20.12.2007		-5,9	89,1	0,7		
191	07.01.2008		-1,2	93,9	0,3		
192	08.01.2008						
193	09.01.2008		-1,6	88,0	0,2		
194	10.01.2008		-1,9	90,6	0,3		
195	13.01.2008		3,1	100,0	0,0		
196	14.01.2008		2,2	97,9	0,2		
197	15.01.2008		0,6	98,0	0,4		
198	16.01.2008		3,4	91,6	0,3		
199	17.01.2008		4,5	97,9	0,1		
200	20.01.2008		5,9	90,5	0,1		
201	21.01.2008		3,9	89,2	0,2		
202	22.01.2008		4,4	58,3	1,2		
203	23.01.2008		0,4	61,6	0,7		
204	24.01.2008						
205	28.01.2008		4,6	67,4	0,9		
206	30.01.2008		2,2	80,1	0,3		
207	31.01.2008		2,6	78,2	0,6		
208	03.02.2008		2,7	77,3	0,8		
209	04.02.2008		3,5	89,4	0,3		
210	05.02.2008						

Anlage 2 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 8 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
211	06.02.2008	A-Graz	3,1	93,7	0,4		
212	07.02.2008		2,8	58,1	1,1		
213	10.02.2008		1,4	69,0	0,2		
214	11.02.2008		0,2	73,7	0,4		
215	12.02.2008		-0,7	72,5	0,3		
216	13.02.2008						
217	14.02.2008						
218	17.02.2008		-3,5	46,3	0,4		
219	18.02.2008		4,4	33,9	0,6		
220	19.02.2008		4,5	53,3	0,7		
221	20.02.2008						
222	21.02.2008						
223	24.02.2008		8,1	61,0	0,3		
224	25.02.2008						
225	26.02.2008		8,4	65,5	0,4		
226	27.02.2008		10,2	53,1	0,6		
227	28.02.2008		7,1	68,1	0,6		
228	02.03.2008		13,3	41,7	1,9		
229	03.03.2008		12,2	51,9	1,2		
230	04.03.2008		3,2	77,6	0,8		
231	05.03.2008		1,7	46,5	1,3		
232	06.03.2008		2,0	42,8	0,6		
234	07.01.2010	CZ-Tusimice	-7,0	85,0	0,0		
234	08.01.2010		-7,0	92,0	0,6		
235	09.01.2010		-6,0	93,0	0,6		
236	10.01.2010		-4,0	94,0	1,2		
237	11.01.2010		-7,0	92,0	0,0		
238	12.01.2010		-8,0	92,0	0,0		
239	13.01.2010		-7,0	94,0	0,0		
240	14.01.2010		-3,0	91,0	0,0		

Anlage 2 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 9 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
241	15.01.2010	CZ-Tusimice	-3,0	92,0	0,0		
242	16.01.2010		-2,0	88,0	0,6		
243	17.01.2010		-3,0	93,0	0,0		
244	18.01.2010			94,0	0,0		
245	19.01.2010		-13,0	24,0			
246	20.01.2010		-8,0	53,0			
247	21.01.2010		-5,0	91,0	0,0		
248	22.01.2010		-8,0	88,0	0,0		
249	23.01.2010		-9,0	91,0	0,0		
250	24.01.2010		-8,0	87,0	0,0		
251	25.01.2010		-9,0	87,0	0,6		
252	26.01.2010		-10,0	85,0	0,6		
253	27.01.2010		-13,0	79,0	0,6		
254	28.01.2010		-2,0	85,0	2,5		
255	29.01.2010		-1,0	88,0	1,2		
256	30.01.2010		-2,0	82,0	1,2		
257	31.01.2010		-7,0	85,0	0,0		
258	01.02.2010		-8,0	84,0	0,0		
259	02.02.2010		-2,0	80,0	1,2		
260	03.02.2010		-1,0	82,0	1,2		
261	04.02.2010		-5,0	92,0	0,6		
262	05.02.2010		-2,0	89,0	0,0		
263	06.02.2010		-2,0	96,0	0,0		
264	07.02.2010		-7,0	89,0	0,6		
265	08.02.2010		-9,0	84,0	0,0		
266	09.02.2010		-8,0	85,0	0,0		
267	10.02.2010		-6,0	91,0	0,0		
268	11.02.2010		-6,0	90,0	1,2		
269	12.02.2010		-5,0	90,0	0,0		
270	13.02.2010		-5,0	86,0	0,0		

Anlage 2 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 10 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
271	14.02.2010	CZ-Tusimice	-6,0	85,0	0,0		
272	15.02.2010		-5,0	82,0	0,0		
273	16.02.2010		-7,0	84,0	0,6		
274	17.02.2010		-7,0	91,0	0,0		
275	18.02.2010		-1,0	93,0	0,0		
276	19.02.2010		0,0	96,0	0,0		
277	20.02.2010		1,0	82,0	0,6		
278	21.02.2010		-1,0	84,0	0,6		
279	22.02.2010		-2,0	92,0	0,0		
280	23.02.2010		0,0	89,0	0,0		
281	24.02.2010		3,0	92,0	0,0		
282	25.02.2010		3,0	86,0	0,6		
283	26.02.2010		2,0	90,0	0,6		
284	27.02.2010		4,0	73,0	1,2		
285	28.02.2010		0,0	88,0	0,0		
286	01.03.2010		3,0	71,0	2,5		
287	02.03.2010		0,0	78,0	0,6		
288	03.03.2010		-1,0	75,0	1,2		
289	04.03.2010		-3,0	82,0	0,6		
290	05.03.2010		-5,0	74,0	1,9		
291	06.03.2010		-6,0	82,0	1,2		
292	20.04.2010		9,0	72,0	0,6		
293	21.04.2010		6,0	70,0	1,9		
294	22.04.2010		4,0	63,0	1,2		
295	23.04.2010		5,0	67,0	0,6		
296	24.04.2010		10,0	60,0	0,6		
297	25.04.2010		11,0	64,0	0,6		
298	26.04.2010		11,0	73,0	1,2		
299	27.04.2010		11,0	74,0	1,2		
300	28.04.2010		11,0	70,0	0,6		

Anlage 2 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 11 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
301	29.04.2010	CZ-Tusimice	15,0	60,0	0,6		
302	30.04.2010		17,0	60,0	1,2		
303	01.05.2010		14,0	73,0	0,0		
304	02.05.2010		11,0	93,0	0,6		
305	03.05.2010		11,0	87,0	0,6		
306	04.05.2010		8,0	89,0	0,6		
307	05.05.2010		7,0	85,0	1,2		
308	06.05.2010		8,0	96,0	0,0		
309	07.05.2010		9,0	80,0	0,6		
310	08.05.2010		9,0	74,0	0,6		
311	09.05.2010		9,0	83,0	0,6		
312	10.05.2010		10,0	92,0	0,0		
313	11.05.2010		13,0	90,0	0,6		
314	12.05.2010		13,0	79,0	1,2		
315	13.05.2010		9,0	84,0	0,6		
316	14.05.2010		7,0	91,0	0,6		
317	15.05.2010		6,0	89,0	1,9		
318	16.05.2010		9,0	74,0	2,5		
319	17.05.2010		11,0	71,0	2,5		
320	18.05.2010		9,0	73,0	3,1		
321	19.05.2010		8,0	88,0	1,2		
322	20.05.2010		11,0	92,0	0,6		
323	21.05.2010		13,0	86,0	1,2		
324	22.05.2010		16,0	76,0	0,6		
325	23.05.2010		14,0	80,0	1,2		
326	24.05.2010		15,0	84,0	1,2		
327	25.05.2010		14,0	84,0	1,2		
328	26.05.2010		11,0	90,0	0,0		
329	27.05.2010		14,0	87,0	1,2		
330	28.05.2010		14,0	85,0	0,6		

Anlage 2 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 12 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
331	29.05.2010	CZ-Tusimice	14,0	77,0	0,6		
332	30.05.2010		13,0	87,0	0,6		
333	31.05.2010		10,0	83,0	1,9		
334	01.06.2010		10,0	87,0	2,5		
335	02.06.2010		11,0	91,0	2,5		
336	03.06.2010		12,0	95,0	1,2		
337	04.06.2010		14,0	78,0	1,2		
338	05.06.2010		16,0	73,0	0,6		
339	06.06.2010		19,0	74,0	0,6		
340	10.04.2012	UK-Teddington	8,1	69,5	0,2		
341	11.04.2012		8,6	69,6	0,4		
342	12.04.2012		7,3	81,6	0,2		
343	13.04.2012		9,6	69,1	0,7		
344	14.04.2012		8,1	60,1	2,2		
345	15.04.2012		5,8	63,9	1,5		
346	16.04.2012		8,4	51,9	1,0		
347	17.04.2012		8,5	75,4	0,9		
348	18.04.2012		8,4	85,8	0,9		
349	19.04.2012		8,1	86,1	0,1		
350	20.04.2012		7,8	79,4	0,2		
351	21.04.2012		8,9	70,6	0,2		
352	22.04.2012		9,7	75,8	0,5		
353	23.04.2012		7,9	84,4	2,0		
354	24.04.2012		9,4	70,5	1,5		
355	25.04.2012		10,0	83,6	1,9		
356	26.04.2012		11,4	71,7	1,2		
357	27.04.2012		11,3	77,8	0,7		
358	28.04.2012		7,5	91,8	3,5		
359	29.04.2012		11,3	73,8	2,4		
360	30.04.2012		14,6	69,7	2,4		

Anlage 2 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 13 von 13**

Nr.	Datum	Standort	mittl. Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
361	01.05.2012	UK-Teddington	14,0	76,2	0,6		
362	02.05.2012		10,8	80,9	1,2		
363	03.05.2012		8,5	86,7	0,6		
364	04.05.2012		8,4	77,4	1,7		
365	05.05.2012		7,8	66,5	1,8		
366	06.05.2012		7,2	72,9	0,7		
367	07.05.2012		11,9	82,2	0,8		
368	08.05.2012		13,9	78,5	0,4		
369	09.05.2012		14,9	91,0	0,8		
370	10.05.2012		14,8	82,0	0,7		
371	11.05.2012		11,5	56,0	1,2		
372	12.05.2012		10,8	58,0	0,8		
373	13.05.2012		12,1	58,7	0,4		
374	14.05.2012		8,7	83,0	0,3		
375	15.05.2012		7,5	76,4	1,0		
376	16.05.2012		11,1	62,7	0,4		
377	17.05.2012		12,6	58,1	1,5		
378	18.05.2012		13,6	79,0	0,6		
379	19.05.2012		13,1	69,8	1,6		
380	20.05.2012		12,2	76,2	1,9		
381	21.05.2012		14,5	75,5	1,5		

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
Luftreinhaltung

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Mitteilungen zu Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider der Fa. HORIBA Europe GmbH

Mitteilung 1

Mitteilung zu Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. April 2007 (BAnz. S. 4139, Kapitel III Nummer 1.2) und vom 03. August 2009 (BAnz. S. 2929, Kapitel III, 6. Mitteilung)

Die Messeinrichtung BAM-1020 der Firma MetOne Instruments TÜV Bericht-Nr. 936/21205333A vom 06.12.2006 wird baugleich auch von der Firma HORIBA Europe GmbH, 61440 Oberursel unter dem Namen APDA-371 vertrieben.

Die aktuelle Softwareversion der Immissionsmesseinrichtung APDA-371 lautet:

Version 3236-07 V5.0.5

Bekanntgegeben mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 25. Januar 2010 (BAnz. S. 552, Kapitel IV, 11. Mitteilung), Stellungnahme vom 09. Oktober 2009

Mitteilung 2

Mitteilung zu Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. April 2007 (BAnz. S. 4139, Kapitel III Nummer 1.2) und vom 25. Januar 2010 (BAnz. S. 552, Kapitel IV, 11. Mitteilung)

Die Immissionsmesseinnrichtung APDA-371 der Firma HORIBA Europe GmbH, 61440 Oberursel wird ab sofort nur noch unter dem Namen APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider vertrieben.

Bekanntgegeben mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010 (BAnz. S. 2597, Kapitel III, 8. Mitteilung), Stellungnahme vom 10. Mai 2010

Mitteilung 3

Mitteilung zu Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. April 2007 (BAnz. S. 4139, Kapitel III Nummer 1.2) und vom 12. Juli 2010 (BAnz. S. 2597, Kapitel III, 8. Mitteilung)

Die Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{10} Vorabscheider der Firma HORIBA Europe GmbH für die Messkomponente Schwebstaub PM_{10} kann optional mit der Pumpe BX-125 betrieben werden.

Die Messeinrichtung erhält eine neu designte Rückplatte um die erweiterten Schnittstellen u.a. des optionalen Reportprozessors BX-965 unterzubringen.

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung lautet:

3236-07 5.0.15

Bekanntgegeben mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 06. Juli 2012 (BAnz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV, 3. Mitteilung), Stellungnahme vom 22. März 2012

HORIBA

Oktober 2009

BEDIENUNGSANLEITUNG

APDA-371

SCHWEBSTAUB
IMMISSIONS- MESSGERÄT

HORIBA Europe GmbH, Julius-Kronenberg-Str. 9, 42799 Leichlingen, Telefon: 02175/8978-0, Fax: 02175/8978-50

Urheberrechtsvermerk

Bedienungs- Anleitung APDA-371 Schwebstaub Immissions- Messgerät

© Copyright 2001 HORIBA Europe GmbH. Alle Rechte vorbehalten weltweit. Kein Teil dieser Publikation darf in einem Dateninformations- oder -abfragesystem reproduziert werden, übertragen werden, gespeichert werden, oder in irgendeine andere Sprache in irgendeiner Form mit irgendwelchen Mitteln ohne die ausdrückliche schriftliche Erlaubnis von HORIBA Europe GmbH. übersetzt werden.

Technische Unterstützung

Für technische Unterstützung, bitte konsultieren Sie zuerst die mitgelieferten Unterlagen um Ihr Problem zu lösen. Wenn Sie danach immer noch Probleme haben wenden Sie sich bitte an unseren Technischen Kundendienst.

Telefon: 49(0)2175 8978-0

Fax: 49(0)2175 8978-50

E-Mail: info@horiba.com

Postadresse: HORIBA Europe GmbH
Julius-Kronenberg-Str. 9
42799 Leichlingen
Deutschland

Achtung — für Ihre Sicherheit

Das HORIBA APDA-371 Messgerät enthält eine kleine ^{14}C (Kohlenstoff -14) Beta Strahlenquelle. Die Aktivität dieser Quelle ist 60 μCi +/-15μCi (Mikro Curie) oder 2.22E+6 Bq. Diese Aktivität liegt unter der Freigrenze für ^{14}C von 1.0E+7 Bq, wie Sie in der Strahlenschutzverordnung (Anlage III Tabelle 1 Spalte 2) festgelegt wurde. Der Umgang mit dem Gerät ist demnach genehmigungs- und anzeigefrei. Als Benutzer oder Eigentümer des Messgerätes haben Sie die Wahl die Strahlenquelle zu HORIBA Europe GmbH zur fachgerechten Entsorgung / Recycling zurückzugeben wenn das Gerät das Ende seiner Betriebszeit ereicht hat oder Sie können das gesamte Gerät selbst entsorgen.

Weder die ^{14}C Strahlenquelle, noch der Detektor sind im Feld zu reparieren. Wenn diese Komponenten ersetzt oder repariert werden müssen, dann muss das Messgerät zu einer unserer Servicestellen eingesandt werden.

Das APDA-371 Messgerät sollte zurück in die Fabrik gesendet werden falls eine Neukalibrierung ansteht.

Inhaltsverzeichnis

1 ALLGEMEINE INFORMATIONEN 10
1.1 Einleitung 10
1.2 Beschreibung 10
1.3 Gerätespezifikationen 10
1.4 Organisation und Anwendung 10
2 AUSPACKEN UND INSTALLATION 11
2.1 Auspacken und Installation 11
2.2 Verpacken 11
2.3 Aufstellung 11
2.4 Aufstellung auf einer Tischplatte 13
2.5 Geräterack Aufstellung 14
2.6 Einbauhinweise 14
3 Funktionsprinzip 18
3.1 Messprinzip 18
3.2 Anwendungsbezogene Aspekte 21
3.3 Software Beschreibung – Setup Mode 24
3.4 Berechnungen 24
4 VORBEREITUNG DER MESSUNG 26
4.1 Allgemein 26
4.2 Software Menüstruktur 28
4.3 Erdung des Instruments 29
4.4 Anschlüsse zum APDA-371 30
4.5 Netz einschalten und Aufwärmphase 31
4.6 Netzspannung 31
4.7 Das Einlegen des Filterbandes 31
4.8 Dichtheitsprüfung 33
4.9 Selbsttest 38
4.10 Start des Messzyklus 39
4.11 Auswahl der Einstellparameter 40
4.12 Clock Bildschirm zum Einstellen der Uhrzeit 41
4.13 SAMPLE Bildschirm zur Eingabe der Sammelzeiten 41
4.14 CALIBRATE Bildschirm zur Eingabe der Kalibrierwerte 43
4.15 EXTRA1 Bildschirm zur Eingabe verschiedener Parameter 46
4.16 ERRORS Bildschirm zur Einstellung der Fehlermeldungskriterien 47
4.17 PASSWORD Bildschirm zur Eingabe des Benutzerpassworts 49
4.18 INTERFACE Bildschirm zur Einstellung von Fernbedienungsparametern 50
4.19 SENSOR Bildschirm zur Anmeldung angeschlossener Sensoren 54
4.20 HEATER Bildschirm zum Setzen der Probenahmeheizungsparameter 56
5 BEDIENUNG 58
5.1 Einleitung 58
5.2 Lernen Sie die Benutzung der Tastatur 58
5.3 Normalbetriebsmodus 61
5.4 Untermenü „ Operate“ 61
5.5 Der „Normal“ Bildschirm 62
5.6 Der „INST“ Bildschirm zur Kontrolle der Momentanwerte 64
5.7 Der „Average“ Bildschirm zur Anzeige der letzten Mittelwerte 65
6 KALIBRIERUNG 66

6.1 Werkskalibrierung 66
6.2 Automatische Kalibrierüberprüfung 66
6.3 Kalibrierung der Luftdurchsatzmessung im Feldeinsatz 66
6.4 Periodisches Setzen des Luftdurchsatzes per Hand 70
7 INSTRUMENT DIAGNOSE 71
7.1 Allgemein 71
7.2 Test Hauptmenü 71
7.3 Untermenü „Count Test“ zum Testen der Zählraten 72
7.4 Untermenü „Pump“ zum Testen der Pumpe und der Bestaubungskammer 73
7.5 Untermenü „Tape“ zum Testen des Filterbandtransports 74
7.6 Untermenü „DAC“ zum Testen das Analogausgangs 75
7.7 Untermenü „Calibrate“ zum Testen der Referenzmembran Kalibrierung 76
7.8 Untermenü „Interface“ zum Testen der digitalen Ein/Ausgänge 77
7.9 Untermenü „Flow“ zur Kalibrierung des Volumenstroms 78
7.10 Untermenü „ALIGN“ zum Testen aller Motorbewegungen 79
7.11 Untermenü „HEATER“ zum Testen der Probenahmeheizung 81
8 KOMMUNIKATION 84
8.1 Analog Ausgabe 84
8.2 Fernsteuer- und Fehlerrelais 84
8.3 RS-232 Datenübertragung 88
8.4 Direkte Verbindung zum PC 89
8.5 Verbindung mit einem Modem 89
8.6 RS232 - Menüsystem 90
8.7 Transfer Modul für RS232 Daten 91
9 FEHLERSUCHE 92
9.1 Problem Index 92
9.2 Fehlersuche 92
10 WARTUNG UND KALIBRIERUNG 95
10.1 Empfohlene regelmäßige Wartung 95
10.2 Kalibrier Einstellungen 97
10.3 Verbrauchmaterialien, Ersatzteile und Zubehör 98
ANHANG A - APDA-371 Gerätespezifikationen 100
ANHANG B - Daten der Werkskalibrierung für Ihr Gerät 103
ANHANG C - RS-232 Ausgabemenü 104
ANHANG D - RS-232 Fernsteuerbefehle 106
ANHANG E - Ausgabebeispiel der aktuellen Daten 108
ANHANG F - Fehlermeldungen 10909

Liste der Tabellen

Tabelle 1: Hersteller Grundeinstellungen 24
Tabelle 2: Gemessene Betaabsorptions- Intensitäten 25
Tabelle 3: APDA-371 Ausgabewerte 25
Tabelle 4: Einstelluntermenüs 40
Tabelle 5: „Flow Type“ Einstellungen der Durchflussmessung 62
Tabelle 6: APDA-371 Fehlersuchanleitung 93
Tabelle 7: Gerätespezifikationen 100
Tabelle 8: APDA-371 Bedienelemente / Schnittstellen 101
Tabelle 9: APDA-371 Physikalische Parameter 102
Tabelle 10: APDA-371 Einstellwerte für die Serie 500 Sensoren .. **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Liste der Gleichungen

Gleichung 1 18
Gleichung 2 18
Gleichung 3 19
Gleichung 4 19
Gleichung 5 19

Liste der Abbildungen

Abbildung 1: APDA-371 Aufstellung im Detail 13
Abbildung 2: APDA-371 Rack Aufstellung im Detail 14
Abbildung 3: APDA-371 Einbauhinweise 15
Abbildung 4: Zeitlicher Ablauf des Messzyklus 22
Abbildung 5: Frontansicht 26
Abbildung 6: Rückansicht 27
Abbildung 7: Menüstruktur der Gerätesoftware 28
Abbildung 8: APDA-371 Erdungsanschlüsse 29
Abbildung 9: APDA-371 Externe Anschlüsse 30
Abbildung 10: Benutzer Display 31
Abbildung 11: Filterband Menü 32
Abbildung 12: Einlegen des Filterbandes 33
Abbildung 13: BX-302/305 Installation 34
Abbildung 14: Reinigung der Bestaubungskammer 36
Abbildung 15 Überprüfung der Internen Vakuumleitungen 37
Abbildung 16: Selbsttest Menü 38
Abbildung 17: Setup Bildschirm 40
Abbildung 18: CLOCK Bildschirm 41
Abbildung 19: SAMPLE Bildschirm 41
Abbildung 20: CALIBRATE Bildschirm 43
Abbildung 21: EXTRA1 Bildschirm 46
Abbildung 22: ERRORS Bildschirm 47
Abbildung 23: PASSWORD Bildschirm 49
Abbildung 24: INTERFACE Bildschirm 50
Abbildung 25: Standard Zyklus zeitlicher Ablauf 51
Abbildung 26: Early Zyklus zeitlicher Ablauf 52
Abbildung 27: SENSOR Bildschirm 54
Abbildung 28: HEATER Bildschirm 56
Abbildung 29: Einschalt - Bildschirm 58
Abbildung 30: Der (F1) Bildschirm zur Anzeige der Momentanwerte 59
Abbildung 31: Der (F2) Bildschirm zur Anzeige der letzten Mittelwerte 60
Abbildung 32: Der (F3) Bildschirm zur Anzeige der gespeicherten Fehlermeldungen 60
Abbildung 33: Das OPERATE MODE Menü 61
Abbildung 34: Der Normal Mode Bildschirm 62
Abbildung 35: Der „Inst“ Bildschirm 64
Abbildung 36: Der „Average“ Bildschirm 65
Abbildung 37: Volumetric Flow Kalibrier Bildschirm 69
Abbildung 38: Test Menü 71
Abbildung 39: Der Count Test Bildschirm 72
Abbildung 40: Der Pump Test Bildschirm 73
Abbildung 41: Der Tape Test Bildschirm 74
Abbildung 42: Der DAC Test Bildschirm 75
Abbildung 43: Kalibrier Test Menü 76
Abbildung 44: Der Test Interface Bildschirm 77
Abbildung 45: Volumetric Flow Calibration Bildschirm 78
Abbildung 46: Das Alignment Test Menü 79
Abbildung 47: Test der Bestaubungskammer Photosensoren 79
Abbildung 48: Test des Shuttle Photosensor 80

Abbildung 49: Test des Photosensors der Vorratsspannrolle 80
Abbildung 50: Test des Photosensors der Transportwalze 80
Abbildung 51: Test des Sicherungshebel Photosensors 81
Abbildung 52: Test des Sensors der Referenz Membran 81
Abbildung 53: Der HEATER Bildschirm - RH..... 82
Abbildung 54: Der HEATER Bildschirm - Temperatur 82
Abbildung 55: Anschlussverbindungen zur Fernsteuerung 85
Abbildung 56: Reinigung der Bestaubungskammer..... 96
Abbildung 57: Hersteller Kalibrier Bildschirm..... 97
Abbildung 58: Analog Anschlussklemmenblock ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
Abbildung 59: Anschließen des 590 Windrichtungssensors ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
Abbildung 60: Anschliessen des 591 Windgeschwindigkeitssensors ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
Abbildung 61: Anschliessen des 592 Umgebungstemperatursensors..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
Abbildung 62: Anschliessen des 593 Relative Feuchtesensors..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
Abbildung 63: Anschliessen des 594 Barometrischen Luftdrucksensors. **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
Abbildung 64: Anschliessen des 595 Sonnenstrahlungssensors... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

1 ALLGEMEINE INFORMATIONEN

1.1 Einleitung

Der HORIBA APDA-371 Monitor misst die Staubkonzentration in der Luft und speichert sie automatisch in einem eingebauten Datenspeicher. Er verwendet als Messprinzip die Abschwächung von Betateilchen beim Durchgang durch ein Filterband. Eine kleine ^{14}C (< 60 μCi) Strahlenquelle sendet eine extreme konstante Anzahl von Elektronen, auch als Betateilchen bezeichnet aus. Diese Betateilchen werden mit einem hochempfindlichen Szintillationszähler gemessen. Eine externe Pumpe zieht eine definierte Luftmenge durch das Filterband. Die Staubpartikel die sich in der Luft befinden werden auf dem Filterband abgeschieden. Das bestaubte Filter wird zwischen die Strahlenquelle und dem Detektor positioniert. Die durch die gesammelten Staubpartikel hervorgerufene Abschwächung der Betateilchen wird gemessen. Die Stärke der Abschwächung ist proportional der auf dem Filter abgeschiedenen Staubmasse. Mit Hilfe der gemessenen Luftmenge kann aus der Staubmasse die gewünschte Staubpartikelkonzentration der Umgebungsluft bestimmt werden.

1.2 Beschreibung

Der APDA-371 Monitor besteht aus drei Hauptkomponenten: dem Zentralgerät mit Datenspeicher, der Pumpe und einem Lufteinlass. Jede Komponente ist eine separate Einheit.

1.3 Gerätespezifikationen

Die Gerätespezifikationen der APDA-371 Monitore sind in Anhang A beschrieben.

1.4 Organisation und Anwendung

Dieses Handbuch ist geschrieben worden, um die Informationen anzusprechen, die der Benutzer für den Betrieb des Messgerätes benötigt. Es umfasst alle Routineaspekte der Aufstellung, Betrieb und der laufenden Wartung. Es umfasst auch die einfache Störungssuche. Dieses Handbuch ist nicht als Wartungs- und Reparaturhandbuch zu verstehen. Tiefergehende Reparaturen sollten ausschließlich von ausgebildeten Service Personen durchgeführt werden.

2 AUSPACKEN UND INSTALLATION

2.1 Auspacken und Installation

ANMERKUNG: Wenn Sie irgendwelche Beschädigungen an der Verpackung des Gerätes VOR dem Auspacken bemerken, sollten Sie unverzüglich den Spediteur benachrichtigen. Sollten Sie Beschädigungen an dem Gerät feststellen, benachrichtigen Sie bitte nach dem Spediteur auch HORIBA Europe GmbH.

Nehmen Sie das Messgerät aus der Verpackung, öffnen Sie die Tür mit der Anzeigeeinheit und dann entfernen Sie vorsichtig die zwei weißen Plastikringe im inneren des Gerätes von den Filterbandtransportrollen. Entfernen Sie Ringe allerdings erst wenn Sie das Messgerät wirklich installieren.

Diese Ringe müssen installiert sein wenn das Gerät bewegt oder transportiert wird um eine Beschädigung des Filterbands Mechanismus zu vermeiden.
.
ANMERKUNG: Bitte heben Sie die Ringe und das Verpackungsmaterial auf, für den Fall, das Sie das Gerät zur Fabrik zurück senden müssen.

2.2 Verpacken

Bevor Sie das Gerät zu HORIBA Europe GmbH zurück senden, setzen Sie sich bitte mit unserem Service in Verbindung. Sie erhalten dann eine Rücksendenummer, die wir für die Bearbeitung und Sie zur Referenz benötigen.

ANMERKUNG: Der APDA-371 Monitor muss mit den zwei Plastikringen installiert auf den Transportrollen zurück gesendet werden. Sollten Sie die Ringe verlegt haben wenden Sie sich bitte für einen Ersatz an unseren Kundendienst.

HORIBA ist nicht für eine Beschädigung des Monitors durch fehlende oder falsch installierte Transportsicherungsringe verantwortlich.

2.3 Aufstellung

Die APDA-371 Monitore sind ausgelegt für den Betrieb in einer Temperatur geregelten Umgebung, wie z.B. einem mobilen Container oder einem Gebäude. Der Standard Lufteinlass ist so ausgelegt dass er durch das Dach des Gebäudes oder des Containers montiert werden kann. Der APDA-371 Monitor ist für eine Betriebstemperatur zwischen 0^{o} C und $+40^{o}$ C ausgelegt, die relative Luftfeuchte sollte 90% nicht übersteigen, auf keinen Fall darf Kondensation auftreten. Der Aufstellungsort sollte entsprechend gewählt sein, darüber hinaus ist auf einen waagerechten Einbau und eine möglichst vibrationsfreie und staubfreie Umgebung zu achten. HORIBA bietet folgende Container für den Einbau des APDA-371 Monitors an: BX-902 nur beheizt und BX-903 geheizt und gekühlt. In Abschnitt 10.3 finden Sie eine komplette Liste der APDA-371 Optionen. Wenn Sie den APDA-371 Monitor installieren beachten Sie bitte die folgenden Kriterien.

1) Freie Anströmung des Lufteinlasses: Der Lufteinlass des APDA-371 Monitors muss mindestens einen (1) Meter Abstand von allen Gegenständen haben, die die

Anströmung der Luft beeinflussen könnten, dies schließt auch den Lufteinlass eines zweiten Instrumentes ein. Zum Beispiel wenn in einer Meßstation 2 APDA-371 Monitore installiert werden sollen oder ein zusätzlicher PM2.5 Filtersammler, dann ist darauf zu achten, das der Abstand zwischen den Lufteinlässen der Geräte nicht kleiner als 2 Meter ist. Für den Fall, dass Sie das Gerät In der Nähe eines Sammlers mit sehr hohem Sammelvolumen installieren wollen, dann sollte der Abstand des Lufteinlasses des APDA-371 Monitors und des Sammlers nicht weniger als drei (3) Meter betragen.

2) Lufteinlasshöhe: Die Höhe des Lufteinlasses sollte gleich der Höhe der verwendeten PM10 oder PM2.5 Referenzsammler sein. Wenn das Messgerät nicht zusammen mit einem Sammler betrieben wird, sollte der Lufteinlass in einer Höhe von 2 Metern über dem Dach des Messcontainers angebracht werden.

3) Abstand zwischen der Messcontainerdecke und dem APDA-371 Messgerät: Ein minimaler Abstand von 20 cm ist erforderlich zwischen der Oberkante des APDA-371 Messgerätes und der Messcontainerdecke. Dieser Abstand ist notwendig um die Option der Probenahmeheizung auch nachträglich einbauen zu können.

4) Probenahmeheizung: Zwei Versionen von Probenahmeheizungen sind erhältlich.
1. Die Probenahmeheizung besteht aus einem Heizband, das um das Probenahmerohr gewickelt wird (nur innerhalb des Messcontainers). Wenn diese Option eingebaut ist beheizt das Heizband ca. 10 cm des Probenahmerohres. Das Heizband sollte mindestens 5 cm Abstand vom jeweiligen Ende des Heizbandes zu jeglichen Objekten, wie z.B. dem Instrument oder dem Containerdach haben.
2. Die Probenahmeheizung besteht aus einem Aluminiumblock, der mit Stellschrauben am Probenahmerohr befestigt wird. Für diese Heizoption wird im Gerät ein Sensor für die relative Feuchte und die Temperatur nach dem Filterband benötigt. Die Software betreibt die Probenahmeheizung unter Berücksichtigung dieser Sensorwerte. Diese Heizoption deckt ebenfalls ca. 10cm des Probenahmerohres ab und wird an der Rückseite des Messgerätes an einem speziellen Stecker angeschlossen. Eine zusätzliche Isolationsmanschette bedeckt ca. 20cm des Probenahmerohres Auf Grund dieser Abmessungen sollte der minimale Abstand zwischen dem APDA-371 und der decke des Messcontainers nicht kleiner als 20cm sein.

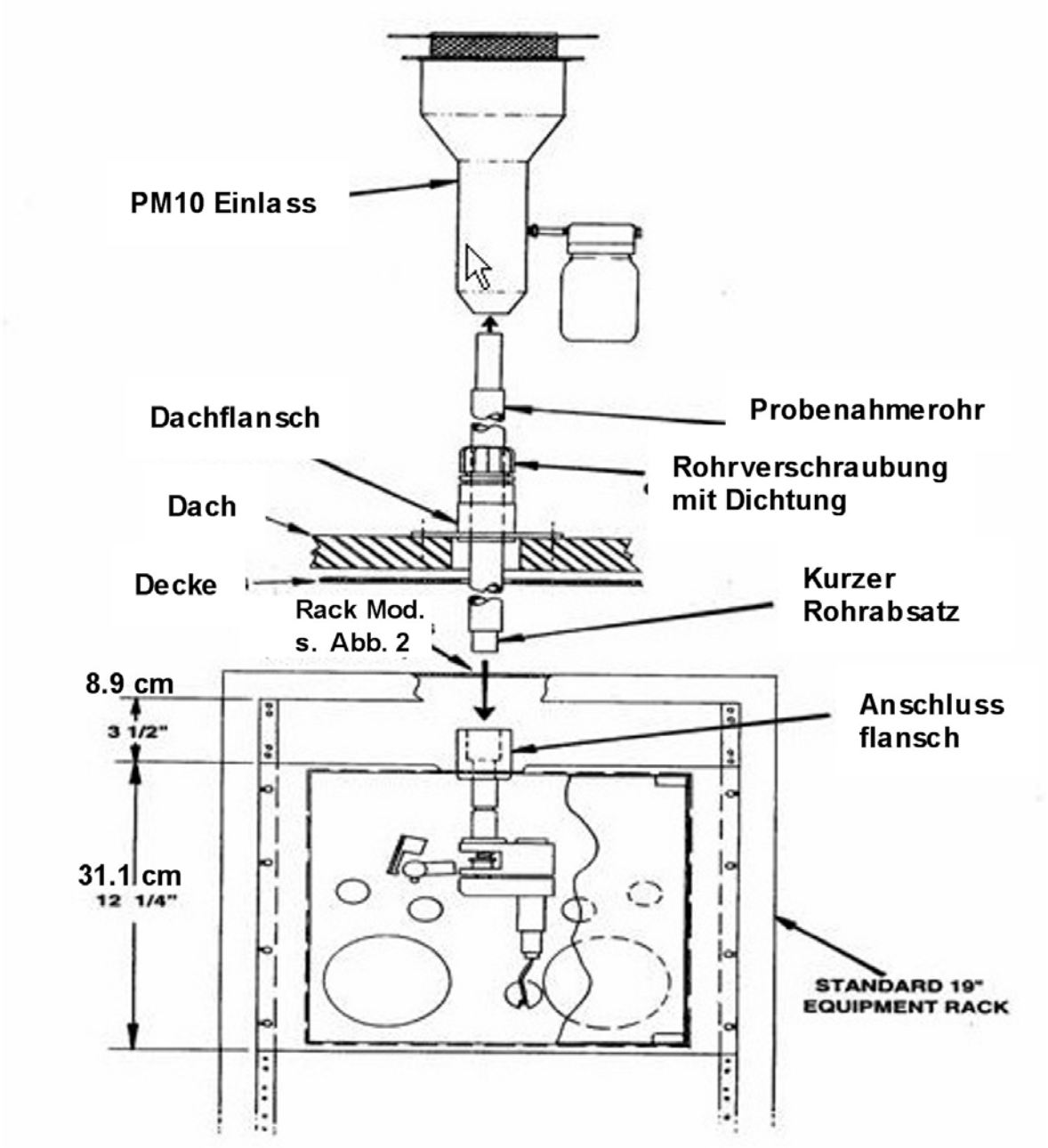
5) Lufteinlass: Das gerade, vertikale Probenahmerohr des APDA-371 limitiert die Einbauweise der APDA-371 Zentraleinheiten. Das APDA-371 robuste Aluminium Probenahmerohr hat einen Außen-Durchmesser von 33.3 mm und ist 2,4 m lang. Das untere Ende des Probenahmerohres passt direkt in den am APDA-371 vorgesehenen Rohranschluss, das andere Ende des Rohres zeigt vertikal aufwärts durch die Decke des Messcontainers. Der gewählte Lufteinlass wird am oberen ende des Probenahmerohres einfach aufgesteckt. Der APDA-371 PM10 Lufteinlass sollte in der gleichen Höhe wie die verwendeten Referenzsammler angebracht werden. (ungefähr 2m über dem Dach des Messcontainers). Beim Einbau sollte darauf geachtet werden, dass zukünftige Wartungsarbeiten, Entfernen oder Neuinstallation einfach möglich sind.

Anmerkung: Die Einbauspezifikationen für das APDA-371 Messgerät entsprechen dem Spezifikationen für die Messung von PM2.5 Staubkonzentrationen entsprechend der U.S. EPA PM2.5 Kriterien aufgelistet in Code of Federal Regulations (40 CFR, Part 58).

2.4 Aufstellung auf einer Tischplatte

Sie können das APDA-371 Messgerät direkt auf einer Tischplatte aufstellen, wobei das Probenahmerohr sich unmittelbar über dem Messgerät befinden muss. Das APDA-371 ist hierzu mit Gummifüssen ausgerüstet. Die Tischplatte sollte waagerecht aufgelegt sein und ein einfacher Zugang zu den rückseitigen Anschlüssen des Gerätes sollte möglich sein um Einstellungen oder Wartungsarbeiten durchführen zu können. Der Abstand zwischen dem Lufteinlass und der Oberkante des APDA-371 Messgerätes sollte 4.8m nicht übersteigen. Wenn Sie eine längere Probenahme benötigen wenden Sie sich bitte an unsere HORIBA Service Abteilung. Weitere Details zur Aufstellung entnehmen Sie bitte aus Abbildung 1.

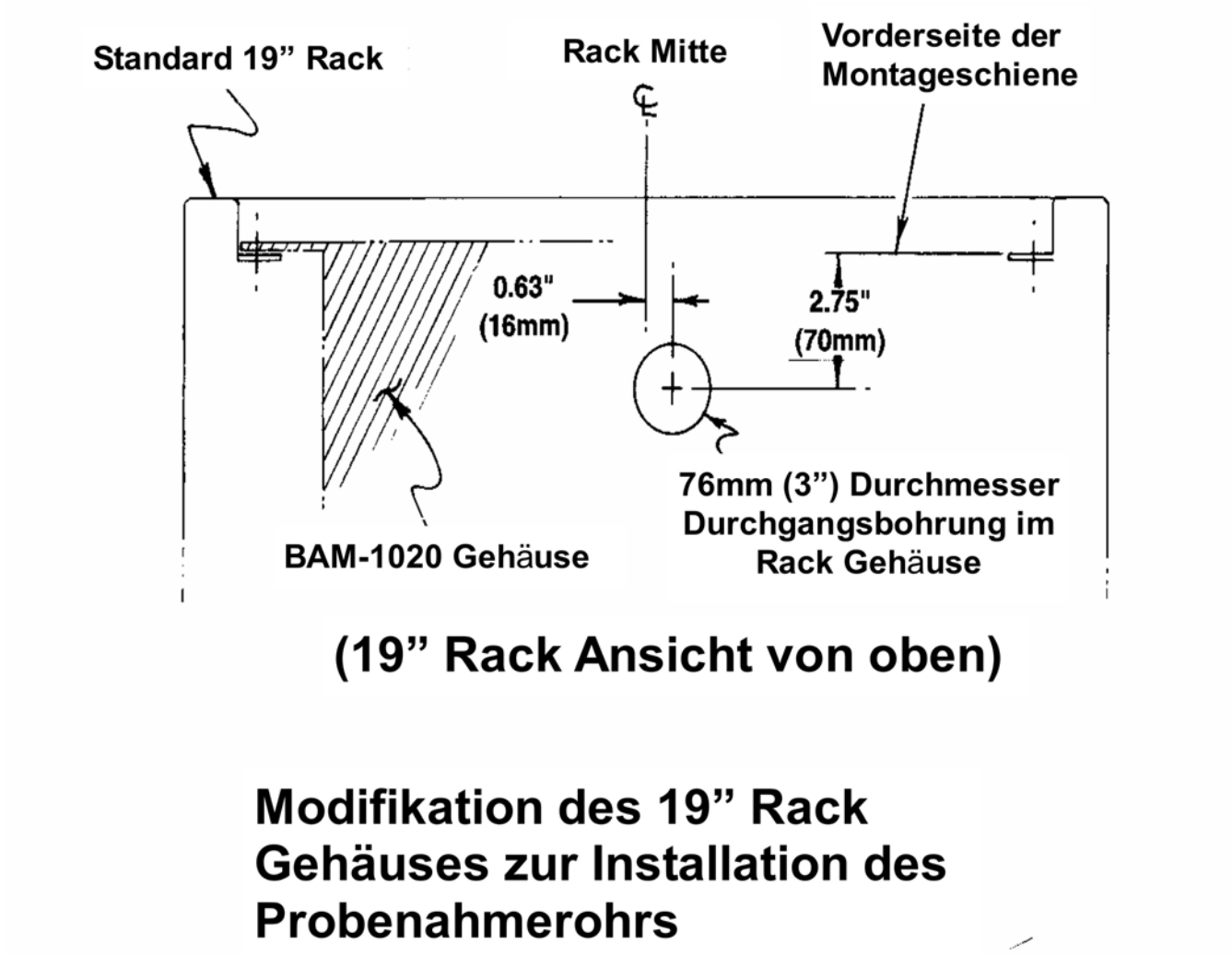
Abbildung 1: APDA-371 Aufstellung im Detail



2.5 Geräterack Aufstellung

Sie können das APDA-371 in einem Standard 19” Geräterack mit entsprechenden Einbaumaterialien einbauen. Die benötigten Einbaumaterialien gehören zum Standardlieferumfang des APDA-371 Geräts. Wenn Sie das APDA-371 in ein Fahrzeug einbauen möchten sollten Sie Teleskopschienen zum Einbau verwenden. Allerdings ist dabei darauf zu achten das das Gerät während der Fahrt gegen herausrutschen gesichert kann. Details zur Rack Aufstellung entnehmen Sie aus Abbildung 2 .

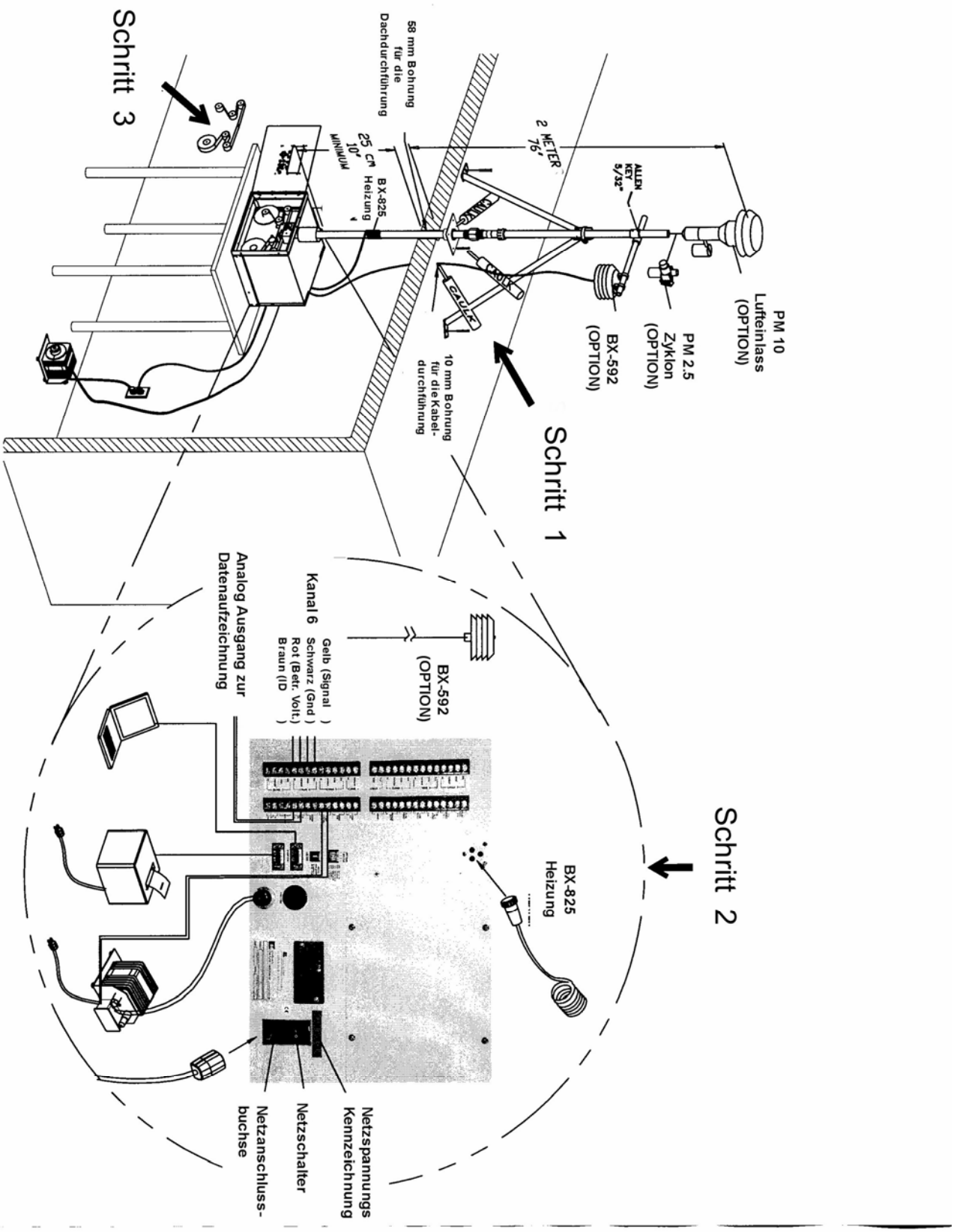
Abbildung 2: APDA-371 Rack Aufstellung im Detail



2.6 Einbauhinweise

Der Einbau des APDA-371 Messgerätes sollte von Personen ausgeführt werden, die sich mit Messgeräten zur Messung von Umweltparametern auskennen. Es existieren zwar keine speziellen Vorsichts- oder Umgangsmassnahmen, aber die normalen Umgangsregeln mit wissenschaftlichen Geräten sollten beachtet werden.

Abbildung 3: APDA-371 Einbauhinweise



Die folgende Anleitung ist eine Schritt für Schritt Anleitung die sich auf Abbildung 3 bezieht.

1. Schritt 1 -- PROBENAHMEROHR
    a. Bestimmen Sie Stelle an der das Probenahmerohr durch die Decke des Messcontainers oder des Gehäuses nach außen soll.
    b. Bohren Sie ein 2 ¼" (58mm) Durchmesser Loch an dieser Stelle durch das Dach.
    c. Bohren Sie ein 3/8" (10 mm) Durchmesser Loch 6" (150 mm) von dem 2 ¼" Loch. Dieses Loch ist für den Sensor zur Messung der Umgebungstemperatur. (Option: für das BX-592 Kabel)
    d. Bringen Sie Silikondichtmasse um das 2 ¼" Loch auf und Plazieren Sie den Dachdurchführungsflansch über dem Loch.
    e. Schrauben Sie den Flansch mit den 4 selbst schneidenden Schrauben auf dem Dach fest und bringen Sie weitere Silikondichtmasse um den Flansch herum auf, um ein Eindringen von Wasser zu verhindern.
    f. Schrauben Sie die graue Dachdurchführung in den Flansch.
    g. Stecken Sie das Anschlusskabel des Temperatursensors durch das 3/8" (10 mm) Durchmesser Loch. Dichten Sie um das Kabel herum um das Eindringen von Wasser zu Verhindern. (Option: BX-592)
    h. Entfernen Sie die weiße Kappe und die Gummidichtung von der Dachdurchführung.
    i. Führen Sie das Probenahmerohr durch die Dachdurchführung in den Rohranschluss an der Oberseite des APDA-371 Monitors.
    j. Drücken Sie das Probenahmerohr fest in den Anschlussflansch des APDA-371 bis Sie einen Stopp spüren. Es ist sehr wichtig dass das Probenahmerohr in rechten Winkel in das APDA-371 eingebracht wird. Das ordnungsgemäße öffnen und schließen der Bestaubungskammer wird beeinträchtigt, wenn es durch einen falsche Einbau des Probenahmerohres zu eine Verklemmung des Mechanismus kommt. Ein einfacher Test ist darauf zu achten das das Probenahmerohr nach dem Einbau sich noch drehen lässt.
    k. Stecken Sie die Gummidichtung und die weiße Kappe über das Probenahmerohr. Die Gummidichtung lässt sich leichter installieren, wenn Sie das Probenahmerohr etwas mit Wasser anfeuchten.
    l. Schrauben Sie die weiße Kappe auf die graue Dachdurchführung.
    m. Stecken Sie den Haltearm für den Temperatursensor auf das Probenahmerohr und befestigen Sie ihn in einer Höhe von 6" (150 mm) unterhalb der Oberkante des Probenahmerohres mit Hilfe der Inbusklemmschrauben (Option: BX-592).
    n. Befestigen Sie den BX-592 Temperatursensor auf dem Haltearm indem Sie die Klemmen schließen und einschnappen lassen. (Option: BX-592)
    o. Plazieren Sie die Probenahmerohrstützen in einem Winkel von 90 Grad und befestigen Sie mit einer Rohrschelle.
    p. Befestigen Sie das andere ende der Stützen mit selbst schneidenden Schrauben auf dem Dach. Dichten Sie die Schrauben um ein eindringen von Wasser zu vermeiden.
    q. Stecken Sie den PM2.5 Zyklon Lufteinlass auf das Probenahmerohr (Option: BX-807).
    r. Stecken Sie den PM10 Lufteinlass auf das PM2.5 Zyklon.

2. Schritt 2 -- ELEKTRISCHE ANSCHLÜSSE
    a. Einbau der Probenahme Heizung: Zwei Typen existieren siehe Beschreibung für Installation.
        i. Aluminium Block Heizung – Stechen Sie das Probenahmerohr durch den Heizblock. Achten Sie darauf, dass die Anschlusskabel nach unten zeigen. Die Unterseite des Heizblocks sollte 2" (50 mm) oberhalb des APDA-371 Monitors positioniert werden. Befestigen Sie die Heizung mit den Klemmschrauben. (Option: BX-827, BX-830)

ii. Im Lieferumfang der BX-827/830 Option ist eine 12” (300mm) langes Isolationsrohr. Das Rohr ist in der Mitte der Länge nach geteilt um eine einfache Montage zu gewährleisten. Bringen Sie die Isolation um die Heizung und das Probenahmerohr herum an und befestigen Sie die beiden Halbschalen mit dem mitgelieferten Klebestreifen. Das Isolationsrohr kann mit einer Schere auf maß gekürzt werden falls nicht genügend Platz vorhanden sein sollte.
iii. Heizband – Wickeln Sie das Heizband um das Probenahmerohr beginnend ungefähr 2” (50 mm) oberhalb des APDA-371. Sichern Sie das Heizband mit dem mitgelieferten Aluminium Klebeband. (Option: BX-825, BX-826)

b. Es gibt 3 Optionen für den Netzanschluss der Probenahmeheizungen.
   i. Standard Stecker – direkt in 120VAC / 220VAC.
   ii. Grüner Metal Stecker passt in den Anschluss auf der Geräterückseite.
   iii. Smart heater box (8891) Schließen Sie die Box an 120VAC/220VAC und verbinden Sie die Heizung mit der Box.
c. Klemmen Sie die Steuerleitung der Pumpe in die auf der Geräterückseite angebrachte Klemmleiste mit der Beschriftung „pump“ Verbinden Sie das andere Ende der Steuerleitung mit den an der Pumpe vorgesehen Klemmverbindungen. Auf eine Polarität muss nicht geachtet werden.
d. Verbinden Sie den Vakuumschlauch der Pump mit dem Vakuumanschluss auf der Rückseite des APDA-371.
e. Stecken Sie den Netzstecker der Pumpe in eine Steckdose.
f. Verbinden Sie die Erdverbindung des APDA-371. (Siehe Abschnitt 4.3)
g. Verbinden Sie den Temperatursensor auf Kanal 6 (CH6) des APDA-371 Monitors. (Option: BX-592)
h. Verbinden Sie den Analogausgang des APDA-371 mit einem externen Datenspeicher (Option: Kundenspezifischer Data Logger)

3. Schritt 3 -- BEDIENUNG
   a. Einlegen des Filterbandes Abschnitt 4.7.
   b. Schließen Sie die Fronttür. Drücken Sie die TAPE Taste auf der Tastatur der Frontplatte.
   c. Drücken Sie die SELF TEST Taste auf der Tastatur.
   d. Wenn alle Testpunkte mit OK beendet sind drücken Sie “exit”.
   e. Die Anzeige sollte nun OPERATE ON anzeigen.
   f. Das Messgerät ist nun betriebsbereit und wartet auf den Begin der nächsten Stunde um die Messung zu starten.
   g. Abschnitt 4 und 5 gibt detaillierte Hinweise auf den Betrieb und die Einstellung des Gerätes.

3 Funktionsprinzip

Dieser Abschnitt ist in drei Teile gegliedert. Der erste beschreibt das zugrunde liegende Messprinzip der APDA-371 Monitore. Der zweite beinhaltet anwendungsbezogene Aspekte bei der Umsetzung des Funktionsprinzips in ein praktisches Messgerät und der dritte Teil beschreibt wie die Gerätesoftware das Messprinzip bei der Messung umsetzt.

3.1 Messprinzip

Elektronen, die von dem radioaktiven Zerfall der ^{14}C (Kohlenstoff-14) Strahlenquelle ausgesendet werden können mit der umgebenden Materie wechselwirken. Sie verlieren einen Teil ihrer Energie und in einigen Fällen werden sie auch vollständig absorbiert. Die Elektronen die durch den Zerfall eines radioaktiven Materials erzeugt werden bezeichnet man auch als Betastrahlen oder Betateilchen und die Wechselwirkung ist als Betaabsorption bekannt. Wenn man Materie zwischen einer Betastrahlenquelle und einem geeigneten Detektor platziert, wird ein Teil der Betateilchen absorbiert. Dies resultiert in einer Reduktion der Anzahl der Betateilchen, die den Detektor erreichen. Die Größe der Reduktion ist eine Funktion hängt von der absorbierenden Masse zwischen dem Detektor und der ^{14}C Strahlenquelle ab.

Die Anzahl der Betateilchen, die durch die absorbierende Materie, zum Beispiel Staub auf einem Filterband, durchdringen nimmt in guter Näherung exponentiell mit der Masse ab. Gleichung 1 gibt den Zusammenhang an.

Gleichung 1

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

In Gleichung 1 ist I die gemessene abgeschwächte Betateilchenanzahl (Anzahl pro Zeiteinheit) (des staubbeladenen Filterbandes), I_0 ist die gemessene Betateilchenanzahl ohne zusätzliche Massenabschwächung (unbeladenen Filterbandes), μ ist der spezifische Massenabschwächungskoeffizient des absorbierenden Materials in (cm^2/g) und x ist die Massendichte der absorbierenden Masse (g/cm^2).

Gleichung 1 ist ähnlich dem aus der optischen Spektrometrie bekannten Gesetz von Beer und Lambert. Ebenso wie das Beer Lambert'sche Gesetz beschreibt was bei der Absorption von Licht tatsächlich passiert beschreibt Gleichung 1 vereinfacht den Prozess der Betaabsorption. Mit dieser mathematischen Gleichung lässt sich so der Prozess der Betaabsorption beschreiben. Trotz dieser Vereinfachung zeigen Experimente mit entsprechend gut konstruierten Messgeräten, wie z.B. dem APDA-371, das die Verwendung der vereinfachten Mathematik zu keinem wesentlichen Fehler bei der Messung führt.

Gleichung 1 kann nach x, der Massendichte der absorbierenden Masse umgestellt werden. Dies ist in Gleichung 2 gezeigt.

Gleichung 2

$$-\frac{1}{\mu}\ln\left[\frac{I}{I_0}\right] = \frac{1}{\mu}\ln\left[\frac{I_0}{I}\right] = x$$

In der Praxis wird der Absorptionskoeffizient experimentell bestimmt zum Beispiel durch einen Kalibrierprozess und wenn I und I_0 gemessen werden, ist x die zu messende Massendichte einfach zu berechnen.

Normalerweise wird die Umgebungsluft mit einem konstanten Volumenstrom (Q) über einen Zeitraum Δt gesammelt. Das gesamte Luftvolumen wird durch ein Filterband geleitet auf dem die sich in der Luft befindenden Staubteilchen abgeschieden werden. Die Größe der Filterbandfläche durch die die Luft geleitet wird ist A. Aus der nach Gleichung 2 berechneten Massendichte ist es nun mit Hilfe von Gleichung 3 möglich die gesuchte Massenkonzentration der Staubpartikel ($\mu g/m^3$) in der Umgebungsluft zu bestimmen.

Gleichung 3

$$c\left(\frac{\mu g}{m^3}\right) = \frac{10^6 A(cm^2)}{Q\left(\frac{liter}{min}\right)\Delta t(min)} * x$$

In Gleichung 3 ist c die Partikel Konzentration der Umgebungsluft ($\mu g/m^3$), A die Größe des Bestaubungsflecks auf dem Filterband (cm^2), Q der Volumenstrom mit dem die Umgebungsluft gesammelt wird (Liter/Minute), und Δt ist die Sammelzeit (Minuten). Setzt man Gleichung 2 in 3 ein erhält man letztendlich den gesuchten Zusammenhang für die Staubkonzentration in der Umgebungsluft in den entsprechenden Maßeinheiten. Dies ist in Gleichung 4 gezeigt,

Gleichung 4

$$c\left(\frac{\mu g}{m^3}\right) = \frac{10^6 A(cm^2)}{Q\left(\frac{liter}{min}\right)\Delta t(min)\mu\left(\frac{cm^2}{g}\right)} \ln\left(\frac{I_0}{I}\right)$$

Der Schlüssel zum Erfolg von Betamonitoren ist zum Grossteil in der Tatsache begründet das μ, der Absorptionskoeffizient weitgehend unabhängig von dem gemessenen Material ist. Dies macht das APDA-371 Messgerät auch weitgehend unempfindlich gegenüber Änderungen in der chemischen Zusammensetzung des gesammelten Materials.

Um eine Fehlerabschätzung der Messung zu erhalten kann man die konventionelle Fehlerfortpflanzungsregel auf Gleichung 4 anwenden. Dabei wird eine Gleichung für den relativen Fehler der Messung (σ_c/c) als Funktion der Unsicherheit der einzelnen Parameter der Gleichung 4 erzeugt. Dies führt zu Gleichung 5.

Gleichung 5

$$\frac{\sigma_c}{c} = \sqrt{\frac{\sigma_A^2}{A^2} + \frac{\sigma_Q^2}{Q^2} + \frac{\sigma_t^2}{t^2} + \frac{\sigma_\mu^2}{\mu^2} + \frac{\sigma_I^2}{I^2 \ln\left[I/I_0\right]^2} - \frac{\sigma_{I_0}^2}{I_0^2 \ln\left[I/I_0\right]^2}}$$

Betrachtet man Gleichung 5 kann man verschiedene Dinge ablesen. Die relative Unsicherheit der Messung (σ_c/c) wird verkleinert (verbessert) durch eine Vergrößerung von der bestaubten Fläche auf dem Filterband (A), dem Volumenstrom (Q), der Sammelzeit (t), des Absorptionskoeffizienten (μ), I und I_0.

In der Praxis werden Unsicherheiten verbunden mit der Filterfläche (σ_A/A) minimiert, wenn man sicherstellt das sich das Filterband in exakt derselben Position befindet sowohl bei der Messung von I_0 als auch bei der Messung von I. Der Transportmechanismus des APDA-371 Monitors ist so konstruiert, das es hier zu einem vernachlässigbaren Fehler kommt.

Der relative Fehler durch die Unsicherheit im Volumenstrom (σ_Q/Q) kann durch geeignete Regelung des Volumenstroms im Messgerät minimiert werden. Für das Standard APDA-371 Messgerät ist dieser Fehler in der Größenordnung von $\pm$ 3%. Für das APDA-371 Messgerät ausgerüstet mit der Option Massendurchflussregelung reduziert sich dieser Fehler auf ca $\pm$ 1%.

Der relative Fehler durch die Unsicherheit im Absorptionskoeffizienten (σ_μ/μ), kann hervorgerufen werden durch eine verbleibende geringe Abhängigkeit der Absorption von der chemischen Zusammensetzung der gesammelten Staubpartikel. Typischerweise liegt der relative Fehler hier in der Größenordnung von $\pm$ 2-3%, wenn man den Absorptionskoeffizient mit den bei der Kalibrierung verwendeten Werten von μ vergleicht.

Der relative Fehler verbunden mit der Messung von I und I_0 hat mit dem physikalischen Prozess des Betazerfalls vom ^{14}C zu tun. Dieser Zerfall gehorcht den Gesetzen der Poisson Statistik. Poisson Statistik zeigt, das die Unsicherheit der Messung von I (σ_I/I) und I_0 (σ_{I0}/I_0) verringert werden wenn man die Messzeit für die Zählraten erhöht. Mathematische Analysen zeigen, das eine Verdopplung der Messzeit und damit der Zählraten I und I_0 die Unsicherheit der Messung um einen Faktor 1.41 (Quadratwurzel von 2) verringert wird.

3.2 Anwendungsbezogene Aspekte

Der APDA-371 Monitor verwendet einen Sammelzyklus der die Gesamtzeit die für eine Messung benötigt wird optimiert. Jeder Messzyklus beinhaltet eine automatische Überprüfung der Kalibrierung die während der Sammelzeit auf einer anderen Filterbandstelle mit Hilfe einer eingebauten automatischen Kalibrierfolie durchgeführt wird. Zusätzlich zu dieser Referenzwertmessung wird in jedem Messzyklus auch eine Nullmessung durchgeführt. Diese Messung wird am derselben Stelle am Filterband durchgeführt an dem auch die Referenzmessung gemacht wurde.

1. Der Anfangswert der Zählrate (I_0) des sauberen Filterbandes wird am Anfang des Messzyklus während einer Zeitdauer von 4 Minuten bestimmt.

2. Das Filterband wird über eine Strecke von 4 Bestaubungsflecken vorwärts transportiert, die Staubsammlung beginnt auf dem Bestaubungsfleck für den der Anfangswert I_0 gerade gemessen wurde. Luft wird durch den Filterfleck für eine zeit von 50 Minuten gepumpt.

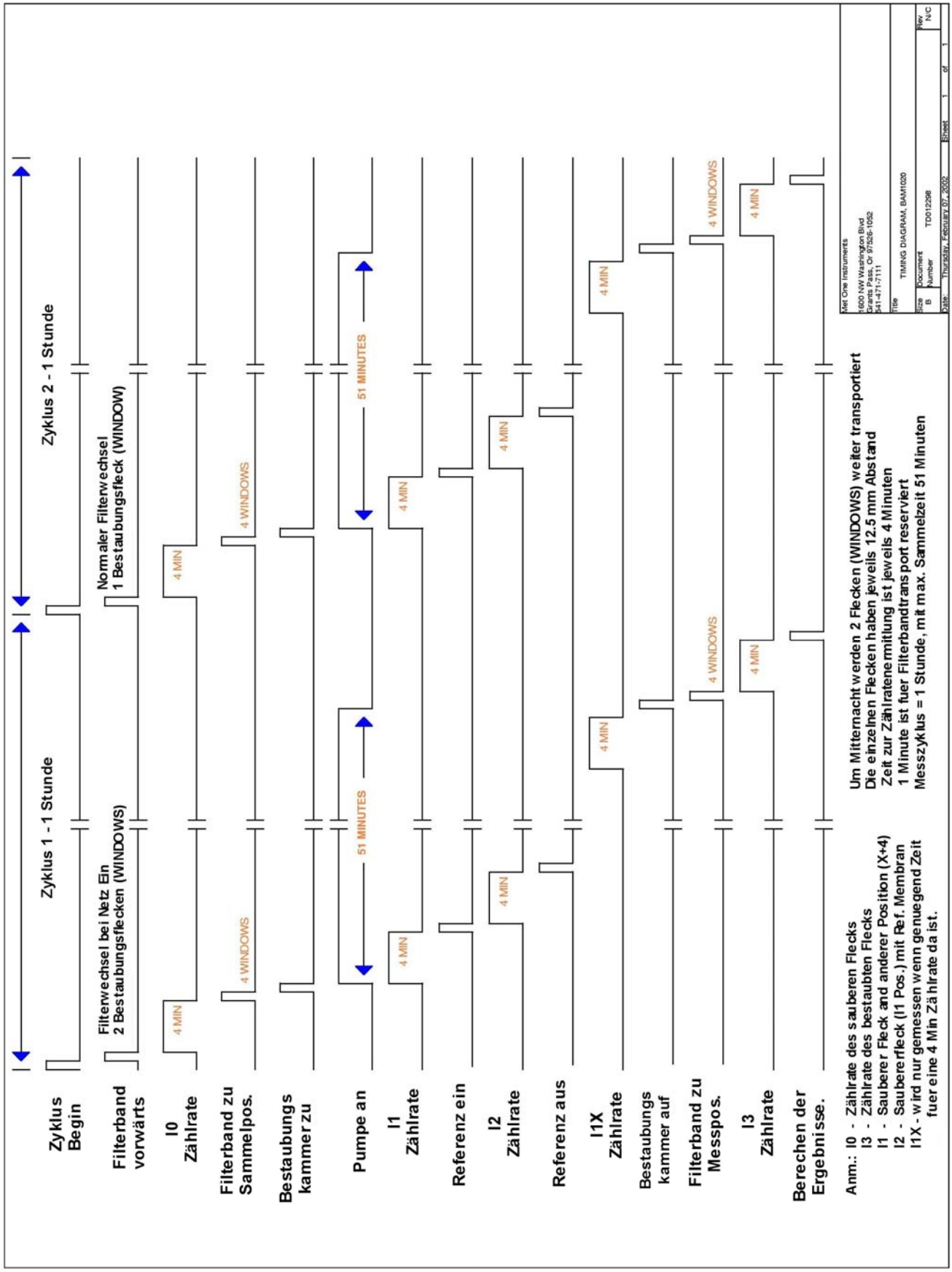
3. Während dieser 50 Minuten wird zunächst eine weitere Zählrate (I_1) ebenfalls 4 Minuten gemessen (auf einer neuen Filterbandstelle 4 Bestaubungsflecken zurück). Der Zweck dieser Messung ist eine Qualitätskontrolle der Staubmessung zu ermöglichen und eventuelle Abweichungen in der Messung durch Änderung von externen Parametern wie Temperatur oder relative Feuchte zu erkennen. Eine dritte Zählrate (I_2) wird mit einer automatisch eingefahrenen Referenzfolie an derselben Filterbandstelle von (I_1) während der nächsten 4 Minuten gemessen. Vier Minuten vor dem Ende der Sammelzeit wird eine weitere 4 Minuten Messung gestartet und eine Zählrate (I1') gemessen. Die Sammelzeit (50 Minuten) sollte stets größer als 13 Minuten gewählt werden um einen Abbruch der Autokalibrierung zu vermeiden und die Ermittlung Qualitätskontrollwerte zu ermöglichen.

4. Am Ende der Sammelzeit wird das Filterband 4 Bestaubungsflecke zurück in die Messposition transportiert und die Zählrate für mit dem gesammelten Staub (I_3) wird ermittelt. Schließlich wird mit den gemessenen Werten die Konzentrationsberechnung durchgeführt und der Messzyklus ist beendet.

5. Ein neuer Messzyklus wird gestartet.

Die folgende Abbildung 4 zeigt den detaillierten zeitlichen Ablauf eines Messzyklus für das APDA-371 Messgerät.

Abbildung 4: Zeitlicher Ablauf des Messzyklus



3.2.1 Zeitsynchroner Messzyklus

Der zeitsynchrone Messzyklus beginnt stets am Anfang einer vollen Stunde (T = hh:00:00). Die Sammelzeit muss immer kleiner als die Länge des Messzyklus sein. Sie muss mindestens um die Zeit für die Ermittelung der Zählraten und der Filterbandbewegungen verringert werden (ungefähr 9 Minuten). Die Software kontrolliert bei der Eingabe ob die Sammelzeit korrekt gewählt ist.

3.2.2 Normaler Betriebsmodus

Jeder Zyklus im Normalbetrieb besteht aus drei Hauptabschnitten, der automatischen Kalibrierüberprüfung, dem sammeln von Staub und der Ermittlung der Zählraten sowie Berechnung der Messwerte. Das Speichern der gesammelten Daten erfolgt stets unmittelbar nach der Berechnung.

3.2.3 Automatisch Überprüfung der Kalibrierung

Hierzu wird die Betaabsorption an einem unbestaubten Filterfleck mit der Absorption einer eingebauten automatisch einzufahrenden Referenzmembran verglichen. Die Massendichte **m** (mg/cm^2) der Referenzmembran wird während dieses automatischen Prozesses gemessen. Die Aufzeichnung des **m** Wertes erlaubt eine statistische Auswertung der Stabilität des Messsystems und bietet außerdem die Möglichkeit einer Diagnose und/oder Kompensation von die externen Einflüssen, wie z.B. von Temperaturschwankungen. Während der Grundeinstellung und der Kalibrierung des Gerätes in der Fabrik wird der Mittelwert der **m** Werte über mindestens 24 h ermittelt und als “ABS” Wert im Gerät gespeichert. Dieser Wert wird mit den aktuell gemessenen Werten während des automatischen Zyklus verglichen. Die prozentuale Abweichung des gemessenen **m** Wertes von ABS sollte innerhalb einer definierten Spanne liegen (+/-4%). Den ABS Wert für dieses APDA- 1020 Gerät finden Sie in Anhang B.

3.2.4 Sammelperiode

Während der "Sammelperiode" wird die staubbeladene Luft durch einen optionalen Lufteinlass PM_{10} (oder $PM_{2.5}$) gepumpt um Staubpartikel die einen größeren Durchmesser als 10 (oder 2.5) µm haben aus dem Luftstrom zu entfernen. Die Luft geht danach durch das Filterband, wo alle Staubpartikel abgeschieden werden. Das Filterband hat eine Abscheidecharakteristik von 99,9% für Partikel < 0.3 µm, kleinere Partikel werden zwar auch abgeschieden können aber auch den Filter durchdringen. Für eine hinreichend genaue Massenbestimmung spielen diese jedoch keine Rolle. Zum Beginn des Sammelzyklus wird das Filterband zunächst etwa 4 Filterflecken "windows" (ungefähr 50mm) von der Zählposition zur Bestaubungsstelle transportiert. Als nächstes wird die Bestaubungskammer auf das Filterband abgesenkt und die Vakuumpumpe wird abgeschaltet. Am Ende der Sammelperiode wird die Pumpe abgeschaltet, die Bestaubungskammer angehoben und das Filterband in die Zählposition zur Messung zurückgefahren (4 windows).

3.2.5 Ermittelung der Zählraten und Berechnung der Konzentration

Der letzte Abschnitt des Normalbetriebszyklus ist die Ermittlung der Zählrate der Betapartikel durch den bestaubten Filterfleck und dann die Berechnung und Speicherung der Staubkonzentration. Das Filterband wird danach einen Filterfleck vorwärts transportiert (ungefähr 12.5mm) um den nächsten Zyklus zu beginnen. Am Beginn des Messzyklus um Mitternacht (oder kurz danach) wird das Filterband um einen weiteren Filterfleck nach vorne transportiert. Dies erlaubt eine einfache Separation der Messtage.

3.2.6 Datenspeicherung

Die Messdaten die in jedem Messzyklus berechnet werden, werden in einem eingebauten Datenspeicher für den jeweiligen Messtag gespeichert.
Der normale Messbetrieb startet sofort nachdem der Betriebsmode vom Benutzer des APDA-371 mit ON quittiert wurde. Die Messung läuft so lange bis der Betriebsmode wieder durchsetzen auf OFF ausgeschaltet wird.

3.3 Software Beschreibung – Setup Mode

Der APDA-371 Monitor hat verschiedene Setup Parameter gespeichert, die für die Berechnungen benötigt werden. Diese beinhalten Datum, Uhrzeit, ABS, BKGD, K, μ_{SW}, Cv, Q_0, und die Sammelzeit t_S. Diese Daten sind in einem nichtflüchtigen Speicher abgelegt und brauchen aus beim Ein und Ausschalten des Messgeräten nicht mehr neu eingegeben werden.

ABS, BKGD, K, μ_{SW}, Cv und Q_0 sind Konstanten die während der Grundeinstellung und Kalibrierung in der Fabrik ermittelt werden. Diese Werte sollten nicht verändert werden ohne sich über die möglichen Auswirkungen auf das Messergebnis Gedanken zu machen. Sollten Sie aus versehen Werte verändert haben finden Sie die zu Ihrem Gerät gehörenden Werte in Anhang B dieser Bedienungsanleitung.
Anmerkung: Bitte Achten Sie darauf, das die Seriennummern im Handbuch und auf Ihrem APDA-371 Gerät übereinstimmen.

Der Messzyklus ist stets zeitsynchron, wobei die Sammelzeit von 1 to 200 Minuten variieren kann. Die nächste Messung beginnt dann jeweils zur nächsten vollen Stunde

3.4 Berechnungen

Das APDA-371 Messgerät benutzt die weiter unten angegeben Konstanten und Eingabewerte um die Staubkonzentration und Ausgabewerte zu berechen. Die Ausgabewerte werden zur Berechnung von Tagesstatistikwerten verwendet. Die vom Hersteller gesetzten Werte sind in Tabelle 1 gezeigt.

Tabelle 1: Hersteller Grundeinstellungen

Parameter	Hersteller Grundeinstellung
μ_{sw} – Absorptionskoeffizient	0.285 cm^2/mg
K – Regressions- Faktor	0.9 to 1.1
ABS – Mittlere Massendichte der Referenz Massenfolie	0.800 to 0.900 mg/cm^2
BKGD – Nullwert Konzentration	-0.005 to –0.018 mg/m^3
S – Fläche des Bestaubungsflecks (cm^2)	1.0386891 cm^2
C_V – Druck – Durchfluss Proportionalität	1.000 mg/ m^3
Q_0 – Durchfluss offset	0.000 lpm

Das APDA-371 Messgerät misst Intensitäts- Werte für die Betaabsorption zu verschiedenen Zeiten während des Messzyklus. Diese sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Gemessene Betaabsorptions- Intensitäten

Parameter	Beschreibung
I_0	Sauberes Filterband – Position X
I_1	Sauberes Filterband – Position X+4
I_2	Referenz Membran + sauberes Filterband – Position X+4
$I_{1'}$	Sauberes Filterband X+4
I_3	Staubbeladenes Filterband Position X

Die Ausgabewerte die das APDA-371 Gerät jede Stunde berechnet sind in Tabelle 3 aufgelistet.

Tabelle 3: APDA-371 Ausgabewerte

Symbol	Bedeutung
M	Wert der gemessen Referenz Massenfolie – mg/cm^2
C	Konzentration – mg/m^3
Q	Luftdurchflussrate – EPA Standard – Liter/Minute
Q_t	Gesamt Luftdurchfluss – Gemittelte Luftdurchflussrate multipliziert mit der Sammelzeit

4 VORBEREITUNG DER MESSUNG

4.1 Allgemein

Das APDA-371 Gerät ist für einen minimalen Betriebszyklus von einer Stunde ausgelegt und misst den Stundenmittelwert der Umgebungsstaubkonzentration. Aufeinander folgende Stundenmittelwerte können zusammengefasst werden um längere Mittelungsperioden zu erhalten. Zum Beispiel werden 24 Stundenmittelwerte zu einem Tagesmittelwert zusammengefasst, diese Tagesmittelwerte werden für die Messung von PM_{10} nach gegenwärtigen Anforderungen der US-EPA benötigt.

Abbildung 5 zeigt die Frontansicht des APDA-371 Messgerätes.

Abbildung 5: Frontansicht

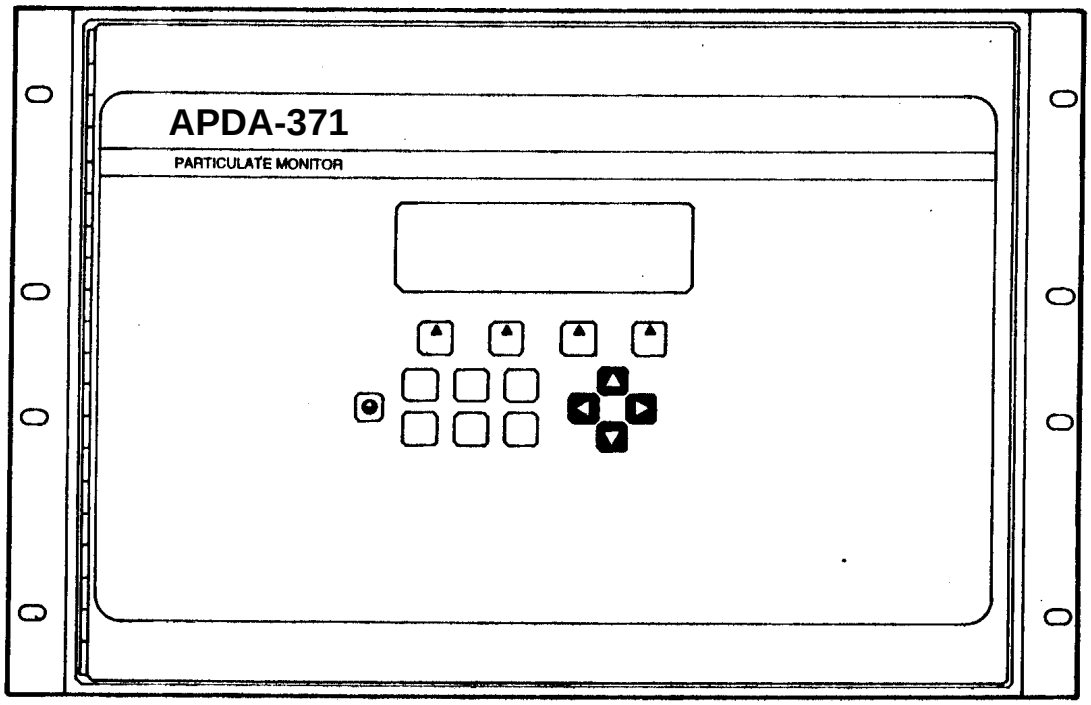
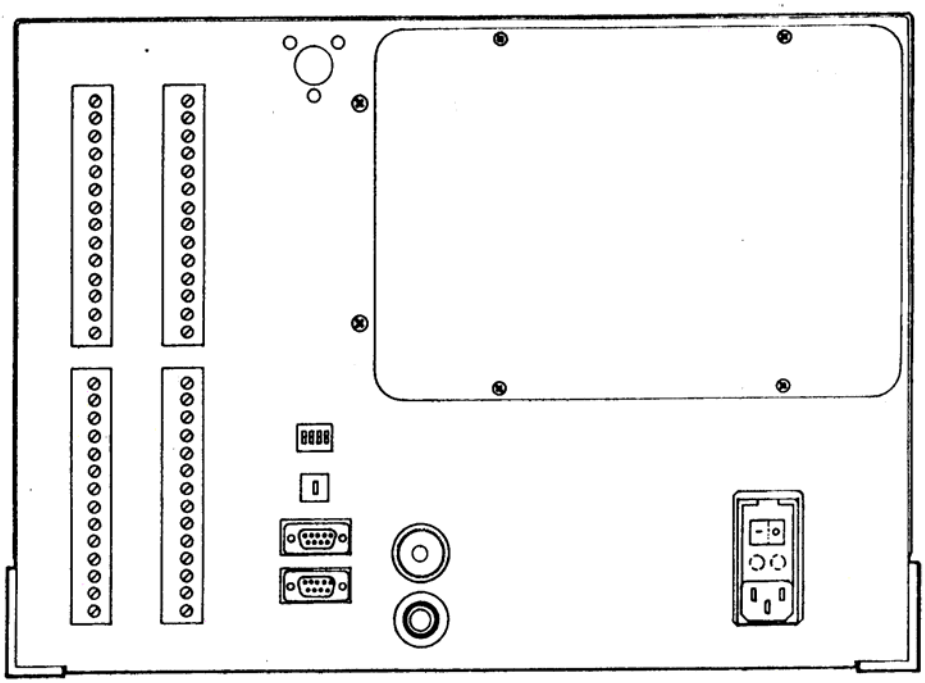


Abbildung 6 zeigt Rückansicht des APDA-371.

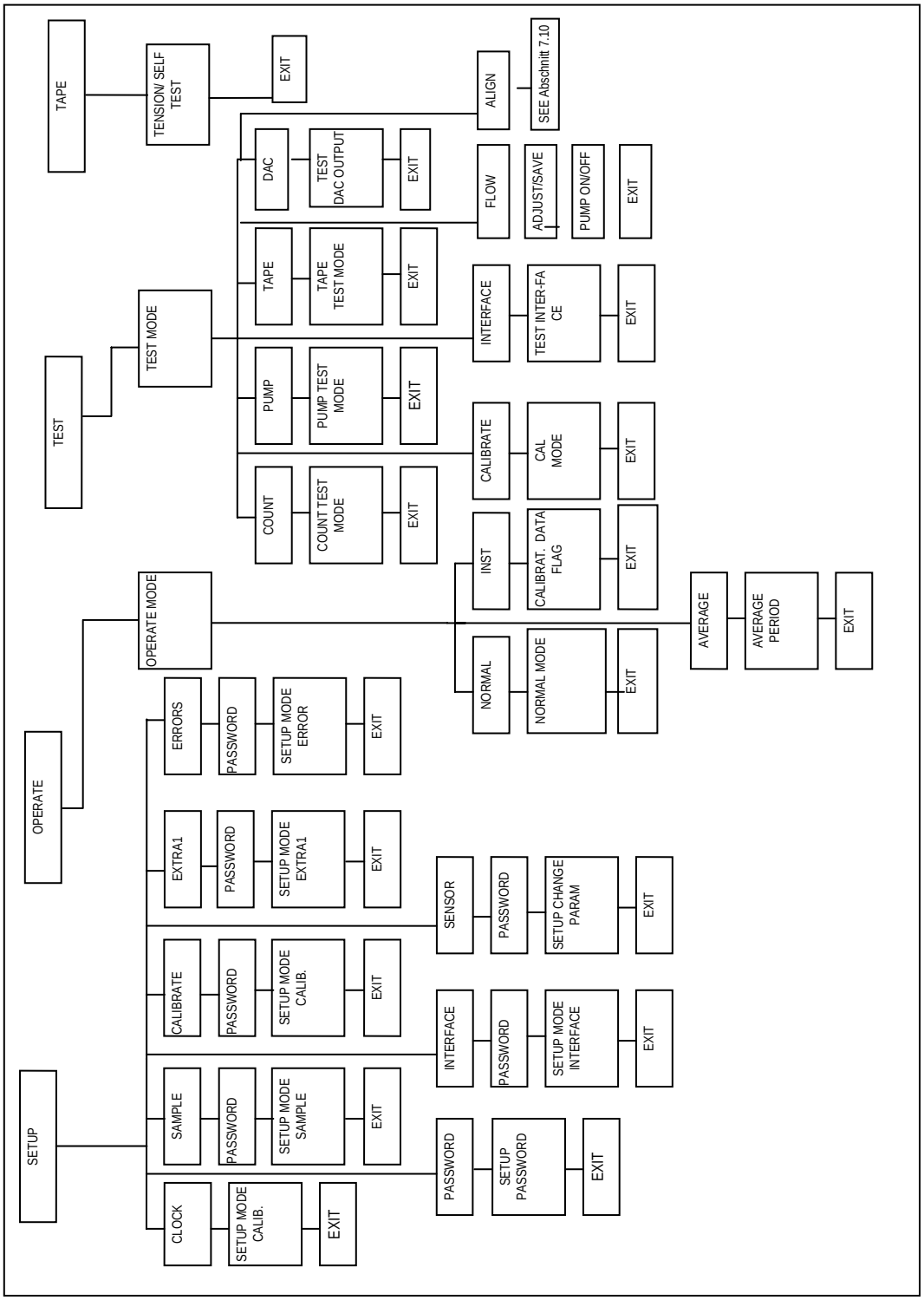
Abbildung 6: Rückansicht



4.2 Software Menüstruktur

Abbildung 7 zeigt die Menü Hierarchie der Software für das APDA-371 Gerät.

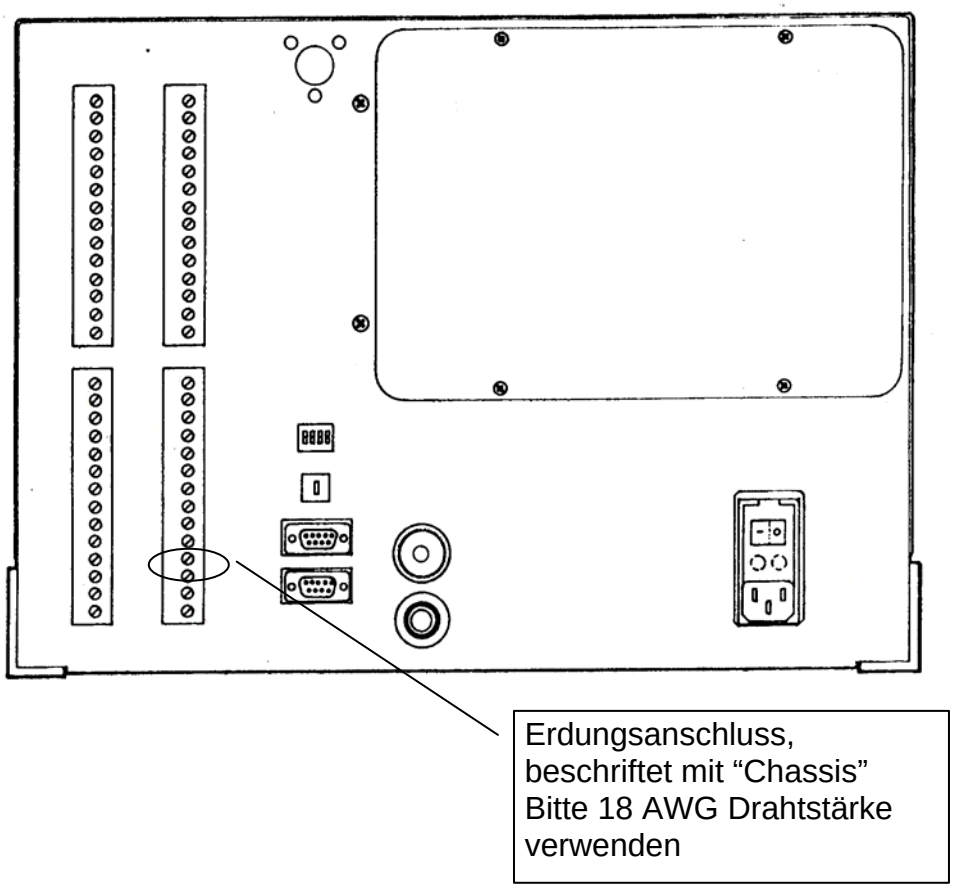
Abbildung 7: Menüstruktur der Gerätesoftware



4.3 Erdung des Instruments

Eine gute Erdung des Gerätes hilft Signal rauschen zu verhindern und ist für eine sichere und einwandfreie Installation notwendig. Zwei Erdungsanschlüsse sind an der Rückseite des APDA-371 Gerätes dafür vorgesehen. Beide Anschlüsse sind mit dem Gehäuse und der Elektronik Erdung verbunden. Eine Kabelstärke von 1,5 mm^2 (18 AWG) sollte mindestens verwendet werden um einen der beiden Anschlüsse beschriftet mit “Chassis” mit dem nächsten Erdungspunkt zu verbinden. Die Erdung sollte so nahe wie möglich am Gerät erfolgen und allen elektrischen Sicherheitsanforderungen genügen. Eine geeignete Klemmverbindung an Erdungsstangen oder Metallrohren von Wasserleitungen sind mögliche Beispiele. Bitte Beachten Sie die gültigen Regeln für die elektrischen Anschlüsse und verwenden Sie einen zugelassenen Elektriker für die Verkabelung und Erdanschlüsse.

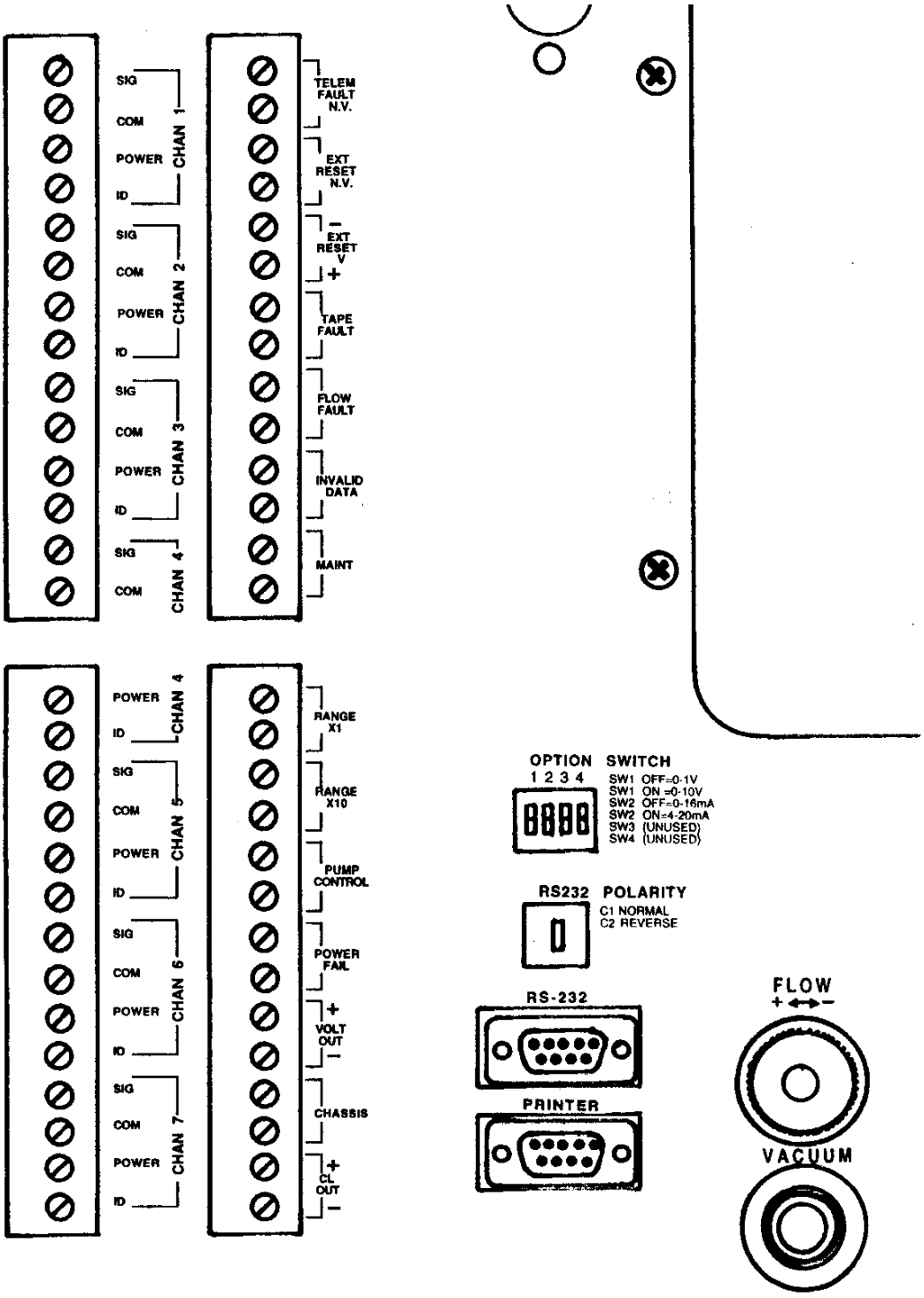
ABBILDUNG 8: APDA-371 ERDUNGSANSCHLÜSSE



4.4 Anschlüsse zum APDA-371

Siehe auch Abbildung 9 für die Anschlüsse und Abschnitt 8 für Details der Steuersignale.

Abbildung 9: APDA-371 Externe Anschlüsse

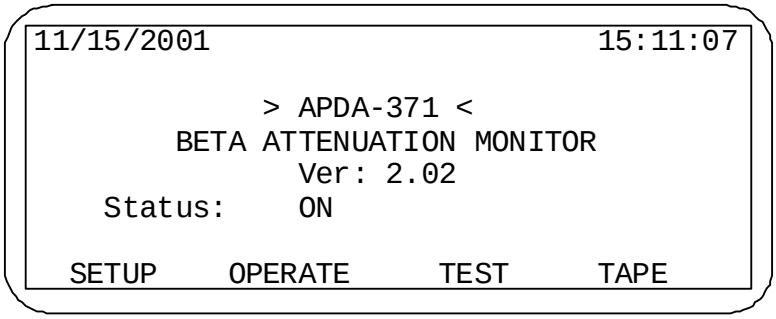


4.5 Netz einschalten und Aufwärmphase

Der APDA-371 Netzschalter ist auf der Rückseite des Gerätes angebracht wie in Abbildung 6 gezeigt. Schalten Sie das APDA-371 Gerät nicht ein bevor Sie sichergestellt haben dass das Gerät ordnungsgemäß installiert ist und alle elektrischen und pneumatischen Anschlüsse richtig angeschlossen sind. Bitte folgen Sie den Hinweisen in Abschnitt 2 für mehr Details.

Nach dem Einschalten des APDA-371 erscheint das Benutzer Display gezeigt in Abbildung 10. ***Das Messgerät muss mindestens eine Stunde eingeschaltet sein bevor Sie mit der Messung beginnen.***

Abbildung 10: Benutzer Display



4.6 Netzspannung

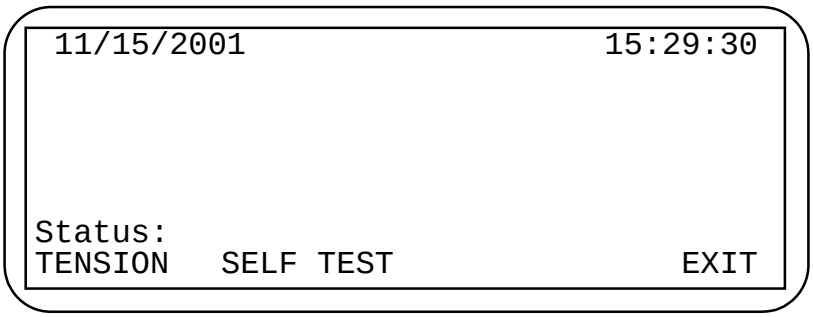
Bevor Sie das APDA-371 Gerät an das Netz anschließen vergewissern Sie sich bitte das die Netzspannung und Netzfrequenz mit den am Gerät eingestellten Werten übereinstimmen. Sollten sie nicht übereinstimmen kontaktieren Sie bitte unsere HORIBA Service Abteilung. Der Netzschalter ist auf der Rückseite des Gerätes angebracht wie in Abbildung 6 gezeigt. Nachdem Sie das Netzanschlusskabel mit der geeigneten Netzsteckdose verbunden haben schalten Sie das Gerät ein. Die Geräteanzeige auf der Frontplatte wird aufleuchten. Die Netzspannungs- und Frequenzeinstellungen für die das APDA-371 konfiguriert ist finden Sie auf der Geräterückseite. Länderspezifische Netzanschlussstecker werden mit jedem APDA-371 geliefert.

4.7 Das Einlegen des Filterbandes

Das Filterband ist das einzige Verbrauchsmaterial für das APDA-371. Eine Rolle sollte für etwas mehr als 2 Monate im Normalbetrieb ausreichen. Das Filterband muss eingelegt sein bevor das Gerät betriebsbereit ist. Ein guter Zeitpunkt für das Einlegen des Filterbandes ist die Aufwärmperiode. Um das Filterband korrekt einzulegen ist es notwendig dass das Gerät eingeschaltet ist.

Um das Filterband zu laden gehen Sie zum Menüpunkt „Tape“ indem Sie die Funktionstaste beschriftet mit „Tape“ drücken. Das Filterband Menü ist in Abbildung 11 gezeigt.

Abbildung 11: Filterband Menü



Gehen Sie folgendermaßen vor um das Filterband zu laden.

A. Vom Hauptmenü, drücken Sie <TAPE> und dann <TENSION> um sicherzustellen die Bestaubungskammer (nozzle) ist geöffnet in der “UP” Position.

B. Entfernen Sie die beiden durchsichtigen Spulenabdeckungen indem sie die beiden Halteschrauben lösen.

C. Eine leere Spulenkern muss auf der Aufwickelseite installiert sein um zu vermeiden dass die Kanten des Bandes zerstört werden.

D. Heben Sie die beiden Gummitransportrollen von der Transportwalze und befestigen sie den Arm mit dem Sicherungshebel in der “UP” Position.

   ANMERKUNG: Lassen Sie spezielle Sorgfalt walten wenn sie ein neues Filterband handhaben. Saubere fusselfreie Handschuhe sollten getragen werden um eine Verunreinigung des Filterbandmaterials zu vermeiden. Vorsichtiges handhaben während des Ladens hilft ein durchreißen des Filterbandes zu vermeiden.

E. Stecken Sie die frische Filterbandrolle auf die Vorratsrolle (rechts), wobei die Abwickelrichtung im Uhrzeigersinn und das Ende des Bandes nach oben zeigen soll.

F. Führen Sie das Band im Uhrzeigersinn um die Vorratsspannrolle und dann gegen den Uhrzeigersinn um die rechte Transportrolle.

G. Fädeln Sie das Filterband durch die Sammel/Mess Zone.

H. Führen Sie das Filterband gegen den Uhrzeigersinn um die linke Transportrolle.

I. Legen Sie es im Uhrzeigersinn um die Aufwickelspannrolle.

J. Legen Sie das Ende des Filterbandes so dass es die Aufwickelrolle entgegen dem Uhrzeigersinn trifft. Befestigen Sie das Ende des Filterbandes mit einem beliebigen Stück Klebeband auf der leeren Spulenrolle.

K. Wickeln Sie das Filterband vorsichtig mit Aufwickelrolle auf bis sich das Filterband gleichmäßig um Rollen spannt und nicht mehr lose durchhängt.

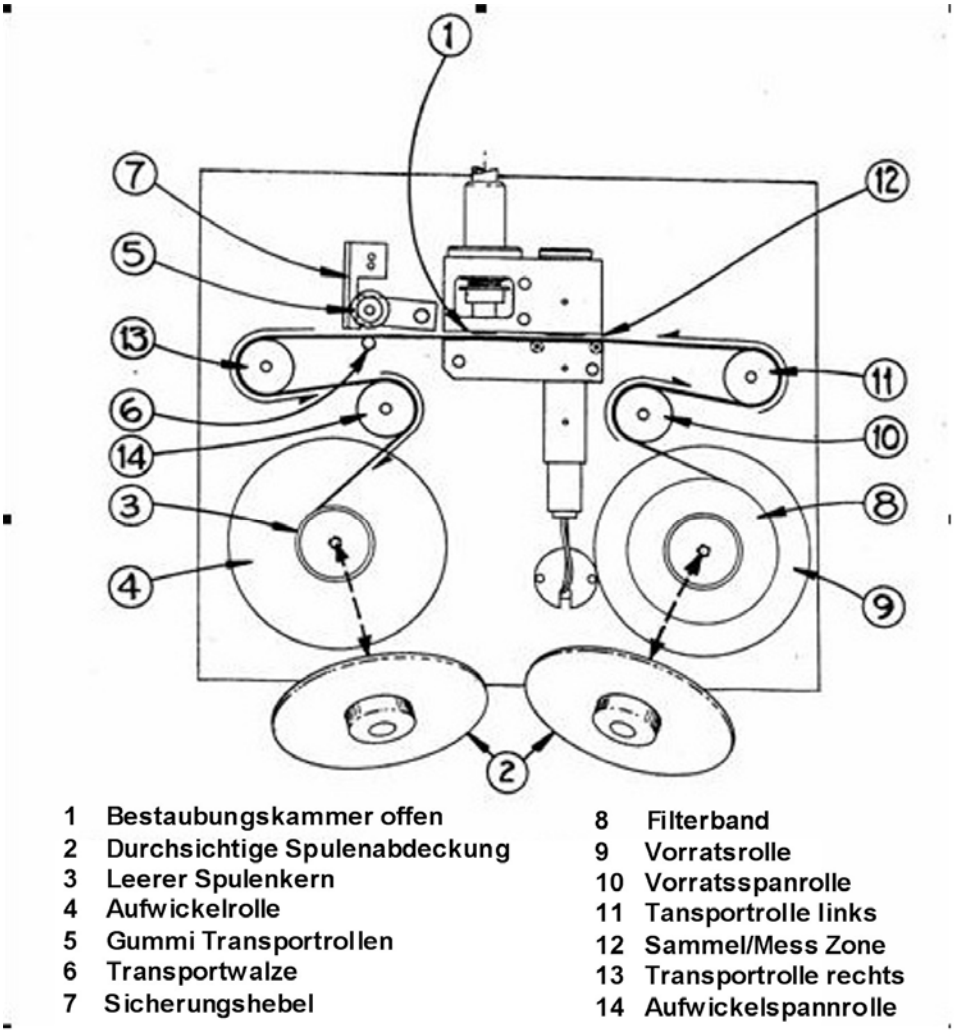
L. Installieren Sie die beiden Rollenhalter. Der Anpressdruck der Halter verhindert ein durchrutschen der Spulenkörper.

M. Lassen Sie die Gummitransportrollen vorsichtig auf das Filterband herab indem Sie den Sicherungshebel lösen und das Ende des Hebelarms unterstützen damit er nicht herunterfällt.

N. Spannen Sie das Filterband durch drücken der Taste <TAPE> und dann <TENSION>, nachdem das Filterband gespannt ist drücken Sie <EXIT>.

Das Einlegen des Filterbandes für das APDA-371 ist auch in Abbildung 12 gezeigt.

Abbildung 12: Einlegen des Filterbandes

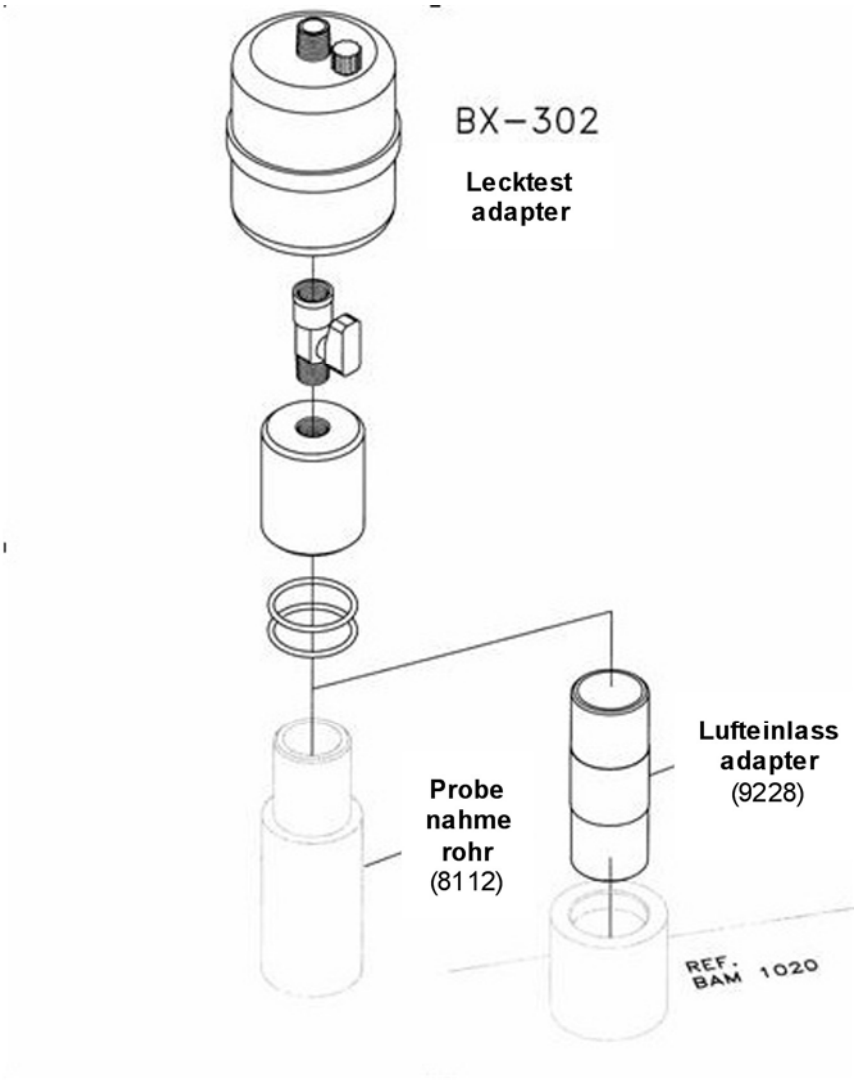


4.8 Dichtheitsprüfung

Benötigte Werkzeuge: BX-305 oder BX-302
Silikonfett

Schritt 1. Wenn das APDA-371 in einem Container installiert ist nehmen Sie den PM10 Lufteinlass (wenn installiert auch den PM2.5 Einlass) ab. Wenn das Gerät nicht eingebaut ist installieren Sie den Lufteinlassadapter (9228) des BX-305/302 Testkits direkt in den Lufteinlass des APDA-371. Siehe Abbildung 13:
(Anmerkung: Wenn Sie einen BX-305 Kit haben dann haben Sie keinen Nullfilter)

ABBILDUNG 13: BX-302/305 INSTALLATION



Schritt 2. Setzen Sie den Lecktestadapter auf den APDA-371 Lufteinlass. Drücken Sie den Adapter fest in den Lufteinlass bis beide O-Ringe den Adapter vollständig abdichten. Dieser Schritt kann mit einer kleinen Menge Silikonfett auf dem Adapter verbessert werden. Stellen Sie das Ventil in die geschlossen „off“ Position. Der Hebel ist dann im 90 Grad Winkel zum Probenahmerohr.

Schritt 3. Falls das Gerät ausgeschalten ist, schalten Sie es jetzt an.

Schritt 4. Im Hauptmenü drücken Sie TEST. Im TEST Menü wählen Sie TAPE und transportieren Sie das Filterband 1 Filterfleck „window“ vorwärts.

Schritt 4. Vom Hauptmenü drücken Sie TEST. Im TEST Menü wählen Sie PUMP und schalten sie die Pumpe an, indem Sie auf die Taste „on“ drücken.

Schritt 5. Der angezeigte Luftdurchflussrate sollte kleiner als 1.5 LPM sein. Wenn die Rate größer als 1.5 LPM sehen Sie in der Fehlersuchanleitung nach. Anmerkung: Der Grund dass hier immer noch eine Luftdurchflussrate von 1.5 LPM erlaubt ist liegt an der Dichtung der Bestaubungskammer zum Filterband. Unter diesen Testbedingungen ist die Druckdifferenz in der Größenordnung von 21 inHg (710mbar). Die ist fast eine Größenordnung mehr als das APDA-371 Gerät während der Staubsammelphase sieht. Wenn die Luftdurchflussrate kleiner als 1.5 LPM ist, dann ist kein Leck im Normal-betrieb zu erwarten.

Schritt 6. Entfernen Sie den Lecktestadapter und setzen Sie den PM10/PM2.5 Lufteinlass wieder auf.

Fehlersuchanleitung

Schritt 1. Testen Sie den Nullpunkt des Durchflussmessgerätes.

a. Entfernen Sie den Pumpschlauch aus der Schnellkupplung in der Rückseite des Gerätes.
b. Vom Hauptmenü drücken Sie TEST. Im TEST Menü wählen Sie PUMP und schalten die Pumpe durch drücken der Taste „on“ an.
c. Die angezeigte Durchflussrate sollte kleiner als 0.2 LPM sein. Falls die Durchflussrate größer als dieser Wert ist führen Sie eine Überprüfung des Flowsystems durch. Siehe hierzu Seiten 56-57 dieses Handbuchs.
d. Wiederholen die die Dichtheitsprüfung.

Schritt 2. Testen Sie alle Vakuumverbindungen vom Lecktestadapter bis zur Pumpe.

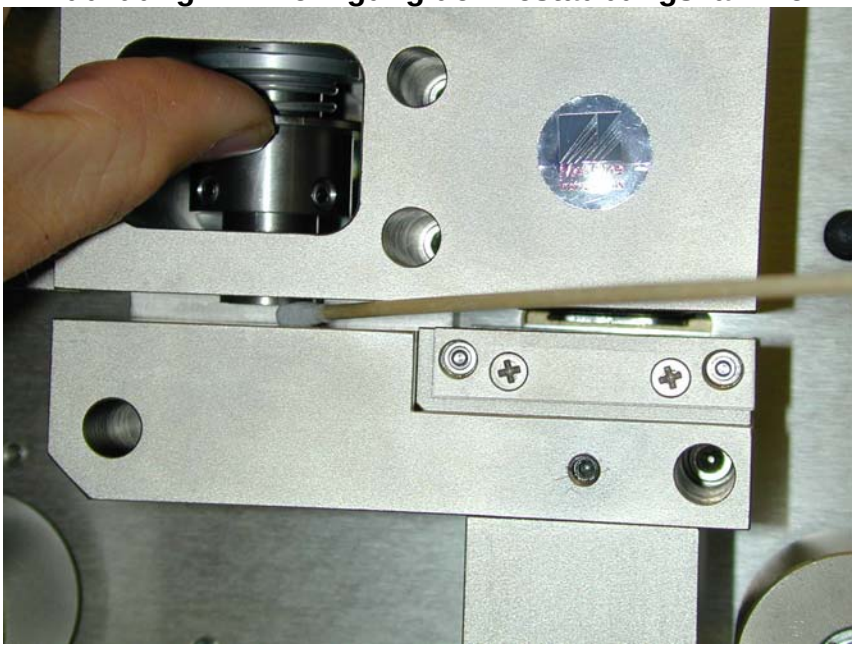
a. Entfernen Sie den Lecktestadapter und sehen Sie ob Sie ein Leck oder lockere Verbindungen erkennen können. Ersetzen Sie lockere Steckverbinder und defekte O-Ringe.
b. Entfernen Sie die Probenahmeleitung vom APDA-371. Sehen Sie ob Sie ein Leck erkennen können oder ob sie lose Verbindungen finden. Ersetzen Sie diese wenn möglich. Testen sie die beiden O-Ringe im APDA-371 Anschlußstutzen auf Abrieb oder Risse.
c. Öffnen Sie die Geräte Fronttür des APDA-371. Heben Sie mit dem Finger die Bestaubungskammer an und lassen Sie diese langsam zurück auf das Filterband sinken. Die Bestaubungskammer sollte frei beweglich in der Auf und Abbewegung sein. Wenn die Bestaubungskammer klemmt kontaktieren Sie unseren Service und verlangen Sie einen BX-803 kit.
d. Entfernen Sie den Pumpschlauch von der Rückseite des Gerätes und untersuchen Sie Ihn auf Risse oder lockere Verbindungen. Wenn der Schlauch einen Riss aufweist schneiden Sie den Schlauch so dass sie das fehlerhafte Stück entfernen können und verbinden Sie den Schlauch wieder mit der Geräterückseite des APDA-371.
e. Wiederholen die die Dichtheitsprüfung.

Schritt 3. Reinigen der Bestaubungskammer.

a. Benötigte Werkzeuge – Wattestäbchen und Isopropylalkohol.
b. Entfernen Sie das Filterband aus dem APDA-371 siehe Abschnitt 4.7 dieses Handbuchs.
c. Senken Sie die Bestaubungskammer ab.
    a. Im APDA-371 Hauptmenü drücken Sie TEST. Im TEST Menü wählen Sie PUMP und dann „Move nozzle“ bis der Status abgesenkt anzeigt.
d. Heben Sie die Bestaubungskammer mit dem Finger entgegen der Federspannung am oberen Ring der Kammer. Legen Sie das Wattestäbchen getränkt mit Isopropylalkohol unter die Bestaubungskammer und senken Sie diese auf das Wattestäbchen. Drehen Sie die gesamte Bestaubungskammer. Acht bis Zehn Umdrehungen sollten genügen um die Dichtfläche der Bestaubungskammer zu reinigen. Die Filterbandstützstruktur (dies ist das Drahtkreuz das unter dem Filterband sitzt, wenn die Bestaubungskammer

abgesenkt ist) muss ebenfalls gereinigt werden. Im TEST PUMP Menü heben Sie die Bestaubungskammer an. Das Stützgitter kann inspiziert werden indem Sie die Probenahmerohrleitung entfernen und sie dann durch die Einlassöffnung nach unten blicken, während sie mit einer Taschenlampe die Bestaubungskammer/Stützgitter Gegend beleuchten. Benutzen Sie ein spitzes Werkzeug (Zahnarzt Sonde etc.) um vorsichtig sich angesammeltes Filtermaterial von dem Stützgitter und der Absaugöffnung zu entfernen. Siehe ABBILDUNG 14:

Abbildung 14: Reinigung der Bestaubungskammer

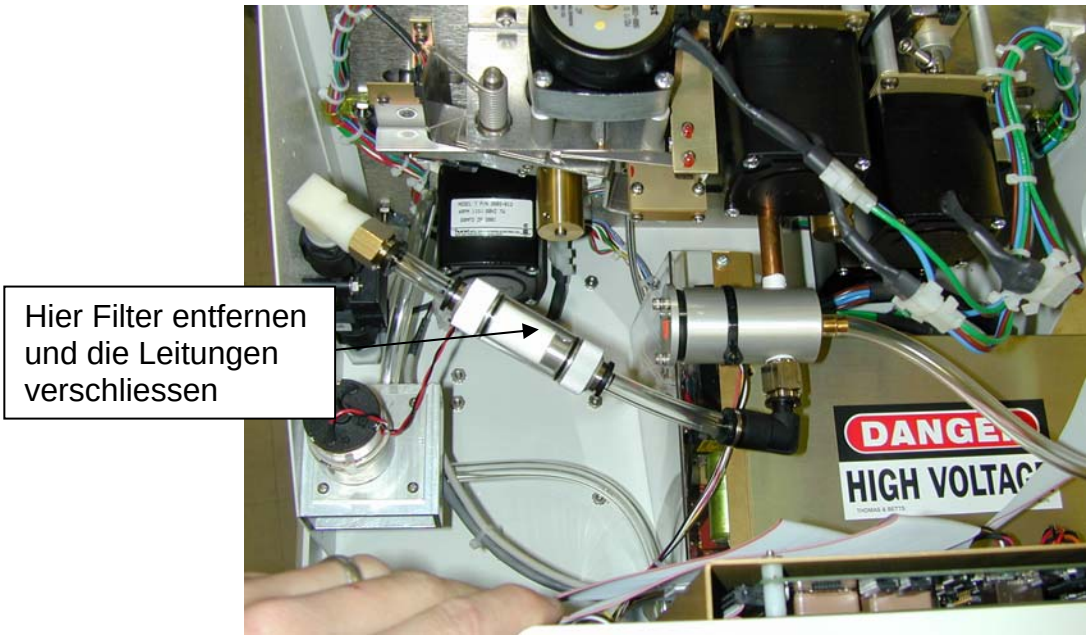


e. Wiederholen die die Dichtheitsprüfung.

Schritt 4. Interne Vakuumleitungen

a. Benötigte Werkzeuge – Schraubenziehersatz, Zangen und einen einstellbaren Gabelschlüssel.
b. Entfernen Sie das Probenahmerohr vom APDA-371.
c. Verschließen Sie die Einlassöffnung und testen die Leckrate. Wenn Sie nun die Dichtheitsprüfung bestehen ist ein Leck im Probenahmerohrsystem.
d. Entfernen Sie die Gehäuseabdeckung vom APDA-371 indem Sie die 10 Kreuzschlitzschrauben vorsichtig entfernen.
e. Lösen Sie die Schlauchverbindung am Grobstaubfilter und verschießen Sie die offenen Schlauchenden. (siehe Abbildung 15). Testen Sie erneut die Leckrate. Wenn das Gerät nun den Test besteht ist ein Leck in der Bestaubungskammer Baugruppe. Testen Sie alle Schlauchverbindungen vom Grobstaubfilter bis zum APDA-371 Lufteinlass. Ersetzen Sie Verbindungselemente falls nötig. Anmerkung: Abbildung 15 zeigt ein Gerät mit Filtertemperatur und Feuchte (RH) Option (BX-962).

ABBILDUNG 15 ÜBERPRÜFUNG DER INTERNEN VAKUUMLEITUNGEN

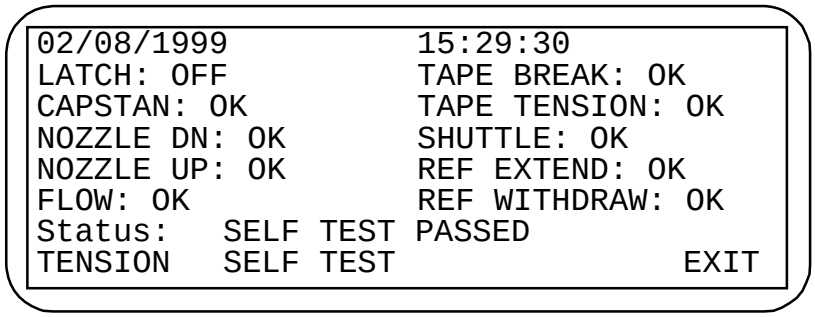


Wenn die undichte Stelle unterhalb des Grobstaubfilters ist, dann hat das Durchfluss-messgerät ein Leck oder ist fehlerhaft. Tauschen Sie das Durchflussmessgerät aus.

4.9 Selbsttest

Die APDA-371 Geräte haben eine eingebaute Selbsttest Funktion. Drücken Sie die TAPE Taste und dann die SELF TEST taste. Das Selbsttest Menü ist in Abbildung 16 gezeigt.

Abbildung 16: Selbsttest Menü


02/08/1999 15:29:30
LATCH: OFF TAPE BREAK: OK
CAPSTAN: OK TAPE TENSION: OK
NOZZLE DN: OK SHUTTLE: OK
NOZZLE UP: OK REF EXTEND: OK
FLOW: OK REF WITHDRAW: OK
Status: SELF TEST PASSED
TENSION SELF TEST EXIT

Wenn Sie die Taste SELF TEST drücken wird das Gerät automatisch eine Reihe von internen Tests durchführen und der Reihenfolge nach die Testergebnisse anzeigen. Wenn der entsprechende Test erfolgreich absolviert wurde wird der Benutzter das Wort “OK” angezeigt sehen, oder falls das Gerät nicht richtig funktioniert, wird das Wort “FAIL” angezeigt. Der Vorteil des großen Bildschirms ist dass es nicht notwendig ist die einzelnen Tests mit zu beobachten, weil alle Testergebnisse nach Beendigung der Testreihe auf dem Bildschirm zu sehen bleiben. Der Selbsttest dauert ca. 4 Minuten. Die Ergebnisse eines erfolgreich absolvierten Selbsttests sehen Sie in Abbildung 16 dargestellt.

Beschreibung der einzelnen Testfunktionen;

LATCH

Testet die Position des Sicherungshebels der Andruckrollen, Wenn LATCH “OFF” anzeigt, dann sind die Andruckrollen auf dem Filterband abgesenkt und die Transportwalze kann das Filterband ordnungsgemäß transportieren. Wenn LATCH ON anzeigt sind die Andruckrollen nicht in Arbeitsposition und das Filterband kann nicht richtig transportiert werden. Wenn LATCH den Wert “ON” im Normalbetrieb anzeigt werden Sie die in Abbildung 12 gezeigte Position der Andruckrollen sehen. Siehe Abbildung 12 Nummer 1.

CAPSTAN

Die Funktion der Transportwalze wird durch ein hin und her bewegen des Filterbandes getestet. Dieser Test stellt auch die Funktion der Photosensoren zur Filterbandbewegung sicher. Siehe auch Abbildung 12 Nummer 6.

NOZZLE DN (DOWN)

Testet die Funktion des Schließens der Bestaubungskammer und stellt außerdem fest ob der Photosensor ‘Bestaubungskammer unten’ richtig funktioniert.

NOZZLE UP

Testet die Funktion des Öffnens der Bestaubungskammer und stellt außerdem fest ob der Photosensor ‘Bestaubungskammer oben’ richtig funktioniert.

FLOW

Die Pumpe wird eingeschaltet und der Volumenstrom wird gemessen um festzustellen ob das Gerät in der Lage ist im Betriebsbereich von 10-20 LPM Luftdurchfluss zu arbeiten.

TAPE BREAK

Entdeckt ob das Filterband gerissen ist, indem es die Funktion der Filterbandzufuhr und Aufwickelmotoren testet und die zugehörigen Photosensoren prüft. Die Motoren werden so betrieben, dass das Filterband entspannt und wieder gespannt wird, damit wird ein Signal der Photosensoren erzeugt.

TAPE TENSION

Testet die Position der Spannrollen und der zugehörigen Photosensoren.

SHUTTLE

Testet ob das Filterband korrekt von der Sammelposition in die Messposition mit Hilfe der Photosensorsignale transportiert werden kann.

REF (REFERENCE) EXTEND

Stellt sicher dass die Referenzmembran ordnungsgemäß ausgefahren werden kann.

REF (REFERENCE) WITHDRAW

Stellt sicher dass die Referenzmembran ordnungsgemäß eingefahren werden kann.

4.10 Start des Messzyklus

1. Stellen Sie sicher das das Gerät eingeschaltet ist, das Filterband korrekt eingelegt ist, das Probenahmerohr richtig angeschlossen ist und das alle Einstellparameter korrekt eingestellt sind.
2. Die Sammelzeit sollte auf das gewünschte Intervall eingestellt sein. Die Werkseinstellung beträgt 50 Minuten. Vergleiche auch Abschnitt 0.
3. Stellen Sie das Datum und die Uhrzeit auf Ihre Zeitzone ein. Siehe Abschnitt 0.
4. Drücken Sie die OPERATE Taste im Hauptbildschirm um in das OPERATE Menü zu gelangen (Siehe auch Abbildung 33).
5. Überprüfen Sie das Operation Mode = “ON” angezeigt wird. Die Voreinstellung beim einschalten des Gerätes ist “ON”. (Drücken sie die “UP” Zeiger Taste um den Betriebsmode auf “ON” zu schalten.)
6. Wenn gewünscht können Sie in den “Normal Mode” Bildschirm wechseln indem Sie die Taste NORMAL drücken. Dies ist zwar nicht erforderlich, aber erlaubt dem Benutzer den automatischen Messablauf zu beobachten.
7. Wenn Sie die Einstellung beendet haben drücken Sie die EXIT Taste.

ANMERKUNG: Wenn Sie den DOWN Zeiger drücken wechselt der Betriebsmode auf “OFF” und stoppt den normalen Messzyklus.

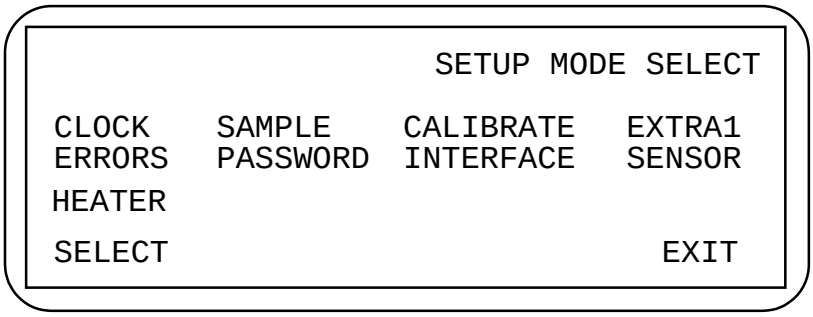
4.11 Auswahl der Einstellparameter

Das APDA-371 Gerät benutzt verschiedene Einstellparameter um die gewünschten Berechnungen und Speicherintervalle zu definieren. Ein spezieller Speicherplatz ist für diese Werte vorgesehen. Werden diese Werte erst einmal gespeichert dann brauchen sie nicht wieder neu eingegeben werden auch wenn das Gerät ausgeschaltet wird.

Das Setup Menü bietet eine Auswahl von Einstellmöglichkeiten. Benutzen Sie die Up/Down/Right/Left Pfeiltasten um zum gewünschten Untermenü zu gelangen. Drücken Sie die SELECT Taste um Ihre Auswahl zu bestätigen. Das Setup Menü ist in Abbildung 17 gezeigt.

WARNUNG: Setup Einstellungen können nicht ohne Unterbrechung der Messung aufgerufen werden. Wenn das Gerät im Normalbetrieb ist dann führt ein Aufruf des SETUP Menüs zu einem Abbruch der aktuell laufenden Messung. Um Datenverluste zu vermeiden sollten Sie warten bis die laufende Messung beendet, die Pumpe abgeschaltet und die neue Staubkonzentration angezeigt wurde.

Abbildung 17: Setup Bildschirm



ANMERKUNG: Das aktuelle Setup Menü zeigt nicht immer alle Felder an dies ist völlig normal.

Die verschiedenen Auswahlmöglichkeiten des Menüs sind in Tabelle 4 mit Funktionsbeschreibungen aufgelistet.

Tabelle 4: Einstelluntermenüs

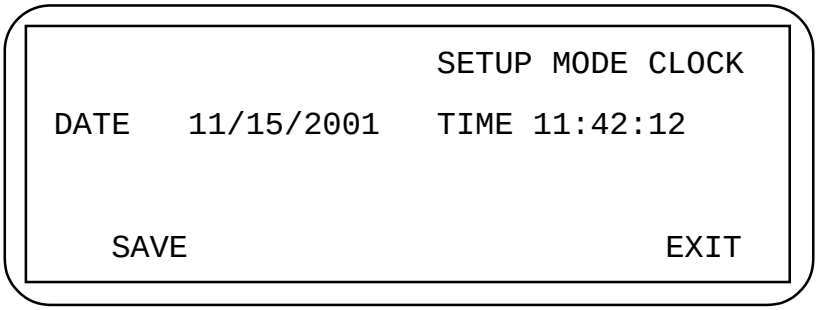
Selektion	Funktion
CLOCK	Datum und Uhrzeit einstellen
SAMPLE	Messbereich, Sammel Zeit und RS-232 Kommunikation
CALIBRATE	Werkskalibrierungs Werte
EXTRA1	Spezial Eingabe für die Fehler Parameter (e1-e4)
ERRORS	Erlaubt oder verbietet analog Fehlerausgabe und setzt Werte für Fehlergrenzen
PASSWORD	Änderung des Kennwortes
INTERFACE	Ein/Ausgabe Einstellungen für Alarm- and Status-Signale
SENSOR	Einstellwerte wenn das APDA-371 mit meteorologischen Sensoren benutzt wird
HEATER	Einstellung von RH und Delta T für die Probenahmeheizung. Anmerkung: Diese Auswahl ist nicht aktiv bevor der HEATER CONTROL Parameter auf AUTO gesetzt wird. Siehe Kalibriereinstellungen Abschnitt 4.14.

Einige der Einstelluntermenüs beziehen sich auf die Grundkalibrierung des Gerätes. ***Versuchen Sie nicht diese Werte zu verändern.*** Sollten Sie versehentlich Werte verändert haben finden Sie in Anhang B die Werkseinstellungen für Ihr Gerät.

4.12 Clock Bildschirm zum Einstellen der Uhrzeit

Der CLOCK Bildschirm erlaubt die Einstellung des Datums und der Uhrzeit. Die Uhrzeit wird ausschließlich im 24h mode angezeigt. Nachdem Sie die Zeit und das Datum eingegeben haben drücken Sie die Taste SAVE und dann EXIT. Der CLOCK Bildschirm ist in Abbildung 18 gezeigt.

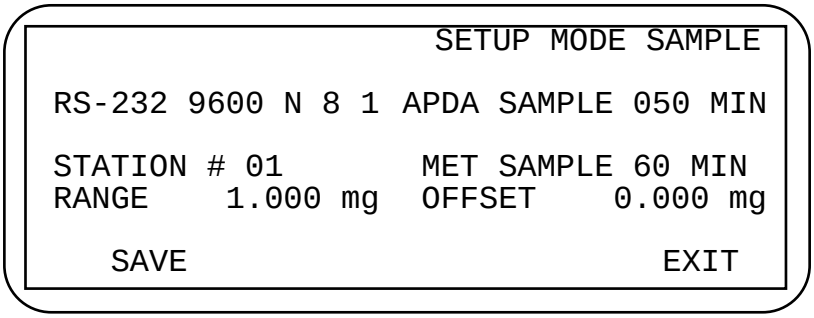
Abbildung 18: CLOCK Bildschirm



4.13 SAMPLE Bildschirm zur Eingabe der Sammelzeiten

Benutzen Sie den SAMPLE Bildschirm um die APDA-371 Sammelzeiten einzustellen. Der SAMPLE Bildschirm ist in Abbildung 19 gezeigt.

Abbildung 19: SAMPLE Bildschirm



RS-232

Einstellung der RS-232 Datenübertragungsrate. Zulässige Werte sind: 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600. Sie können nur einen dieser Werte auswählen. Weitere RS-232 Übertragungsparameter: No Parity, 8 data bits, 1 stop bit.

APDA SAMPLE

Setzt die Zeit während der die Pumpe angeschaltet ist, dies ist die aktuelle Sammelzeit. SAMPLE sollte auf 50 Minuten gesetzt werden wenn Stunden messwerte aufgezeichnet werden sollen. Anmerkung: Die restlichen 10 Minuten werden benötigt um die Zählraten zu ermitteln und das Filterband hin und her zu transportieren. Der APDA-371 SAMPLE Parameter hat einen Einstellbereich von 0 bis 200 Minuten. Wenn das APDA-371 für eine kürzere Sammelperiode, wie zum Beispiel 15 Minuten eingestellt ist, dann beendet das Gerät die Sammlung und wartet bis zum Ende der vollen Stunde bevor es einen neuen Messzyklus beginnt.

STATION #

Dies ist eine Geräteidentifikationsnummer. Diese Nummer kann von 00 bis 99 eingestellt werden. Diese Nummer wird auf allen Ausdrucken mit verwendet. Wenn mehrere APDA-371 Geräte in einem Netzwerk betrieben werden sollte jedem Gerät eine eigene Nummer gegeben werden um die Datenzuordnung zu erleichtern.

MET SAMPLE

Diese Zeit setzt das Intervall in dem die Messdaten im Gerät gespeichert werden. Diese Art der Speicherung erlaubt auch zusätzliche Messungen (Wetter Sensoren etc.) zu speichern. Benutzen die die “up” und “down” Pfeiltasten um das Datenspeicherintervall zu verändern. Die möglichen Werte sind 1,5,15, 60 Minuten. Wenn zusätzliche Messsignale nicht angeschlossen sind lassen sie die MET SAMPLE Zeit bei 60 Minuten.

RANGE

Setzt den Messbereich des Analogausgangs. Die einstellbaren Werte für den maximalen Ausschlag Analogausgangs sind (0.1 mg, 0.2 mg, 0.25 mg, 0.5 mg, 1.0 mg, 2.0 mg, 5.0 mg, 10.0 mg)

OFFSET

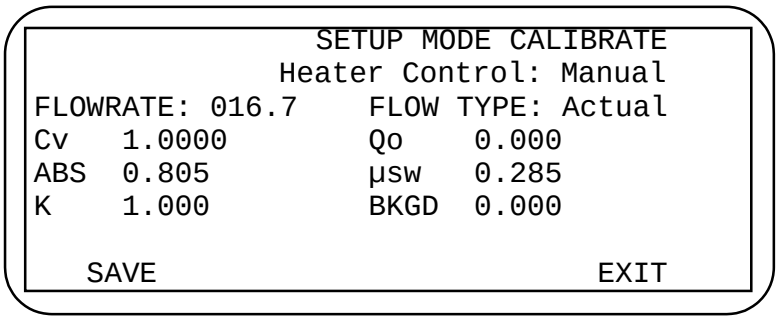
Die ‘OFFSET” Funktion wird benutzt um den Nullpunkt des Analogsignals zu verschieben/einzustellen. Typische ist ein –0.005mg/m^3 “OFFSET” (entspricht einer Ausgabespannung von –0.005VDC). Diese Einstellung produziert einen Messbereich von –0.005vdc to 0.995vdc was einer Staubkonzentration von 0 bis 1000mg/m^3 entsprechen würde. Diese Verschiebung des Analogsignals ermöglicht nun der Ausgabe 1.000VDC eine eindeutige Alarmfunktion zuzuordnen, da die Messdaten nur bis maximal 0.995VDC reichen. Die Werkseinstellung ist –0.005mg/m^3**.**

4.14 CALIBRATE Bildschirm zur Eingabe der Kalibrierwerte

Der CALIBRATE Bildschirm ermöglicht dem Benutzer die Kalibriereinstellungen des APDA-371 Gerätes zu verändern. Sie sollten diese Werte nicht ohne detaillierte Information von HORIBA verändern. Zum Beispiel würde eine Einstellinformation einem Austauschdetektor beiliegen und Sie hätten dann diesen Bildschirm zu benutzen.

Der CALIBRATE Bildschirm ist in Abbildung 20 gezeigt.

Abbildung 20: CALIBRATE Bildschirm



VORSICHT! Verändern Sie keinen der Kalibrierwerte, wie ABS, BKGD, K, oder µsw. Diese Werte sind mit einem ***** gekennzeichnet. Falls diese versehentlich geändert wurden finden Sie in Anhang B die Werkseinstellungen für Ihr Gerät. Anmerkung: Cv und Qo können bei einer Kalibrierung des Luftdurchsatzes verändert werden. Siehe Abschnitt 6.

Cv *

Definiert die Luftdurchsatzkonstante (Steigung) und wird im Zusammenhang mit den Funktionsprüfungen in Abschnitt 6.3 benötigt um den Volumenstrom zu kalibrieren. Der Wertebereich der Cv Konstante ist von 0.0001 bis 9.9999.

Qo *

Definiert die Nullpunktsverschiebung des Luftdurchsatzes und wird ebenfalls bei den Funktionsprüfungen in Abschnitt 6.3 benötigt um den Volumenstromnullpunkt zu kalibrieren. Der Wertebereich von Qo reicht von -9.999 bis +9.999.

Heater Control – zwei Einstellungen sind hier möglich:

„**Manual**“ – Wenn die BX-825 oder BX-826 (Gewickelte Probenahmeheizung) Option gekauft wurde und wenn die Smart Heater (BX-827 oder BX-830) Probenahmeheizung ständig angeschaltet bleiben.

„**Automatic**“ – wenn die BX-827 oder BX-830 (Smart Heater) Option gekauft wurde zusammen mit dem BX-962 (RH and Filter Temp) Sensoren. Dieser Betriebsmode benutzt die Messwerte der relativen Feuchte RH und die Delta-T Werte um die Feuchte am Filterband konstant zu halten. Siehe Abschnitt 4.20 für die benötigten Einstellungen.

FLOWRATE

Falls Sie ein Gerät ausgestattet mit einem Handventil zur Regulierung des Volumenstromes haben, stellen Sie die gewünschte Luftdurchflussrate damit ein und die zugehörige FLOW TYPE Variable in der Gerätesoftware ist METERED.

Für die FLOW TYPE Variablen ACTUAL (VOLUMETRISCH) oder STD Type flow System (Computer regulated) stellen Sie hier die gewünschte Luftdurchflussrate ein. Das APDA-371 Gerät wird dann die eingestellte Luftdurchflussrate mit Hilfe des eingebauten elektrischen Regelventils aufrechterhalten. Ihr Gerät muss dazu allerdings mit der BX-961 Option für automatische Volumenstromregelung ausgestattet sein.

Der Volumenstrom kann mit der FLOWRATE Variablen von 10.0 bis 20.0 Liter/Minute (LPM) eingestellt werden.

FLOW TYPE*

Wie oben erwähnt gibt es drei Einstellungen für die Variable FLOW TYPE um Ihren gewünschten Betriebsmode einstellen zu können. Die FLOW TYPE Auswahl bestimmt wie der Volumenstrom im Gerät berichtet wird. Sie können die Einstellung im OPERATE Menü Untermenü NORMAL Bildschirm ablesen. Anmerkung: In älteren Versionen der APDA-371 Geräte wird die Variable VOLUMETRIC für die Variable ACTUAL benutzt.

Flow Type	**Beschreibung**
METERED	Wählen Sie METERED wenn Ihr APDA mit einem Handventil zur Einstellung des Volumenstroms ausgestattet ist. Der Volumenstrom wird hier in U.S. EPA Standardkonditionen (25 C and 1013 hPa) berechnet.
ACTUAL	Wählen Sie ACTUAL wenn Ihr APDA mit der BX-961 Durchflussregeloption, und einem BX-592 Temperatursensor ausgerüstet ist. Der Volumenstrom (ACTUAL) wird dann in Umgebungsbedingungen (aktuelle Temperatur und Luftdruck) berechnet. Die Konzentration ist ebenfalls in mg/m3 berechnet auf Umgebungsbedingungen. Der Volumenstrom wird hier auf Umgebungsbedingungen geregelt.
STD	Wählen Sie STD wenn Ihr APDA mit der BX-961 Durchflussregeloption ausgerüstet ist. Der Volumenstrom wird hier in U.S. EPA Standardkonditionen (25 C and 1013 hPa) berechnet. Die Konzentration ist ebenfalls auf die Standardkonditionen in mg/m3 berechnet. Der Volumenstrom kann falls der BX-592 Temperatur Sensor installiert ist auf Umgebungsbedingungen geregelt werden. Ohne die Sensoroption wird der Volumenstrom hier stets auf Standardkonditionen geregelt.

ABS*

Dies ist der werksseitig eingestellte Messwert der Referenzmembran. Die Werte liegen im Bereich von 0.100 bis 0.995.

µsw *

Dies ist der werksseitig eingestellte Wert des Massenabsorptionskoeffizienten. Dieser wird zusammen mit dem Referenzmembranwert während der Grundkalibrierung eingegeben. Typischerweise beträgt er etwa 0.285.

K*

Dies ist der werksseitig ermittelte Kalibrierfaktor des Gerätes der mit Hilfe eines Regressionsvergleiches zu unserem Kalibrierstandardgerät an unserem Kalibrierprüfstand ermittelt wurde. Hierzu werden über einen längeren Zeitraum die

beiden Geräte parallel mit Teststaub verschiedener Konzentrationen erzeugt durch Räucherstäbchen beaufschlagt. Das Verhältnis der Anzeigen liefert über die erwähnte Regressionsauswertung den individuellen Kalibrierfaktor des Gerätes. Typische Werte sind im Bereich von 0.90 bis 1.10.

BKGD*

Dieser Wert ist ebenfalls werkseitig ermittelt und korrigiert den Messwert am Nullpunkt. Dieser Wert wird mit Hilfe einer Messung von gefilterter Luft ermittelt und ist typisch für das jeweilige Gerät. Alle gemessenen und angezeigten Konzentrationswerte werden mit diesem Wert korrigiert. Typische Werte für individuelle Geräte liegen im Bereich von –0.005 bis –0.018 mg/m^3.

4.15 EXTRA1 Bildschirm zur Eingabe verschiedener Parameter

Die Einstellungen im EXTRA1 Bildschirm sind für ganz spezielle Anwendungen installiert worden und müssen in der Regel nicht verändert oder benutzt werden.

e1 Erlaubt die Anzeige der Konzentration im Bereich von -0.005 bis +0.010 festzuhalten falls die aktuell gemessenen Werte darunter liegen.

e2 Nicht benutzt

e3 Hysterese Zeit für Referenzmembran im Bereich von 0.000 bis 5.000 Sekunden.

e4 Testzeit für Referenzmembranbewegung im Bereich von 10.00 bis 20.00 Sekunden.

Der EXTRA1 Bildschirm ist in Abbildung 21 gezeigt.

Abbildung 21: EXTRA1 Bildschirm

```
SETUP MODE EXTRA 1

e1: Low Concentration Limit    –0.005
e2: Not Used                    0.000
e3: Membrane OFF Delay (Sec)    0.000
e4: Membrane Time Out (Sec)     15.00

SAVE                           EXIT
```

4.16 ERRORS Bildschirm zur Einstellung der Fehlermeldungskriterien

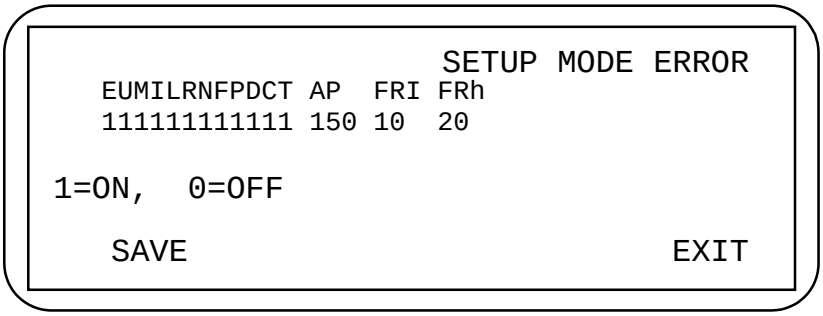
Dieser Bildschirm erlaubt die Einstellung des Gerätes hinsichtlich der Fehlerbehandlung und der Fehlerberichte. Zusätzliche Einstellungen für den Analogkanal Alarm können hier vorgenommen werden. Fehler werden jeweils am Ende eines Messzyklus angezeigt und gespeichert. Zu Beginn eines neuen Messzylus werden die Fehlermeldungen wieder zurückgesetzt.

4.16.1 FEHLERMELDUNG - ANALOG AUSGANG

In einigen Fällen ist es wünschenswert eine Fehlfunktion des Gerätes direkt auf dem Datenausgabekanal anzuzeigen. Diese Art der Fehleranzeige wird benutzt wenn der Anwender nur einen Analog Ausgabekanal zur kontinuierlichen Datenspeicherung zur Verfügung hat. Für den Fall das das Gerät einen ausgewählten Fehler aufweist wird der normale Konzentrationsausgang auf den Maximalwert der Ausgabe gesetzt. Analog Fehlerausgaben für individuelle Fehler werden ermöglicht indem Sie die Fehler aus der angegebenen Liste auswählen, wobei Sie 1 für einschalten (1=ON) oder 0 für ausschalten (0=OFF) wählen können. Wenn nun ein Fehler der ausgewählten Liste auftritt wird das Analogaus-gabesignal auf den Maximalwert gesetzt, der digitale Messwert wird hierbei nicht verändert und kann zu einem späteren Zeitpunkt entweder über den Bildschirm oder die serielle RS-232 Schnittstelle ausgelesen werden. Siehe auch Abschnitt 5.2 oder Anhang C für digital gespeicherte Fehlerberichte und deren Ausgabe.

Der ERRORS Bildschirm ist in Abbildung 22 gezeigt.

Abbildung 22: ERRORS Bildschirm



Im oben gezeigten Beispiel sind alle möglichen Fehler ausgewählt worden, dies bedeutet dass jeder auftretende Fehler das Analog Ausgangssignal auf Maximalwert während der Sammelperiode setzt. Fehlermeldungen werden am Ende der Sammelperiode zurückgesetzt.

E **EXTERNER TRIGGER** Zeigt an das die Messzeit zurückgesetzt wurde. Dieses externe Triggersignal kann auch zur Synchronisation des Gerätes in einem Gesamtsystem verwendet werden. Wenn der externe Trigger erfolgreich das Gerät synchronisiert hat wird keine Fehlermeldung ausgegeben.

U **FERNBEDIENUNGSFEHLER—**Zeigt einen Fehler in der signalgesteuerten Fernbedienung des Gerätes an.

M **MET/KALIBRIER KENNUNG—**Dieser Wert zeigt an das in diesem Zeitabschnitt eine Kalibrierung oder Funktionstests durchgeführt wurden. Siehe hierzu auch Abschnitt 4.18.

I **INTERN CPU** – Fehler im Rechnerteil der Elektronik.

L **NETZ AUS** Wenn die Netzspannung aus und eingeschaltet wird, wird ein Netzfehler gespeichert.

R **REFERENZ MEMBRAN—**Zeigt an das die Referenzmembran nicht richtig funktioniert hat und ein Abbruch der Referenzmessung passiert ist. Oft auch im Zusammenspiel mit einem **D** Fehler. Siehe weiter unten.

N **BESTAUBUNGSKAMMER Zeitfehler oder Delta-T Schwelle überschritten —** Bestaubungskammer Bewegung erfolgt stets am Beginn einer vollen Stunde oder nach einem Stromausfall. Wenn die Zeit des Fehlers also am Begin einer Stunde oder nach einem Stromausfall ist, handelt es sich um einen Fehler der Bestaubungskammer, der Öffnungsmechanismus hat nicht einwandfrei gearbeitet. Bei einem Fehler zu allen andern Zeiten handelt es sich um eine Überschreitung der eingestellten Delta-T Schwelle. Siehe auch Abschnitt 4.20.

F **FLOW OUT OF LIMITS** – Der Volumenstrom war entweder kleiner als FRl (untere Schwelle) oder größer als FRh (obere Schwelle).

P **PRESSURE DROP EXCESSIVE** – Der Druckabfall am Filterband ist größer als der mit AP gesetzte Wert**.**

D **DEVIANT MEMBRANE DENSITY—**Zeigt an das die aktuelle Messung der Referenzmembran um mehr als ±5% vom im Gerät gespeicherten Wert abweicht.

C **COUNT—**Zeigt an das die gemessenen Zählraten nicht richtig funktionieren. Dieser Fehler tritt auf wenn die Zählrate kleiner ist als 10,000 pro 4 Minuten.

T **TAPE BREAK—**Zeigt einen Filterbandriss an.

Nachfolgend sind Fehlerparameter dargestellt für die Sie hier Schwellen einstellen können. Benutzen Sie die Pfeiltasten um die Werte zu verändern und drücken Sie die Funktionstaste <SAVE> wenn sie alle Werte richtig eingestellt haben.

AP Druckabfall am Filter einstellbar im Bereich von 0 bis 500 mm-Hg (0 bis 666 hPa). Fällt der Luftdruck unter dem Filterband unter den eingestellten Wert wird der Alarm ausgelöst.

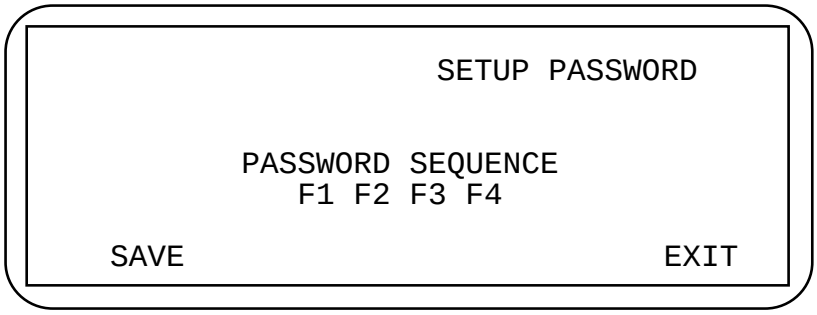
FRl Luftdurchsatzfehler untere Schwelle einstellbar im Bereich von 0 bis 30 lpm. Hier setzen sie die untere Schwelle. Wenn der Luftdurchsatz unter diese Schwelle fällt wird der “**F**” Alarm ausgelöst.

FRh Luftdurchsatzfehler obere Schwelle einstellbar im Bereich von 0 bis 38 lpm. Hier setzen sie die obere Schwelle. Wenn der Luftdurchsatz über diese Schwelle kommt wird der “**F**” Alarm ausgelöst.

4.17 PASSWORD Bildschirm zur Eingabe des Benutzerpassworts

Erlaubt das Setzen einen Benutzerspezifischen Kennworts. Sie können jede der 6 Funktionstasten F1-F6 in beliebiger Reihenfolge verwenden (6^4 = 1296 Kombinationen). Der PASSWORD Bildschirm ist in Abbildung 23 gezeigt.

Abbildung 23: PASSWORD Bildschirm

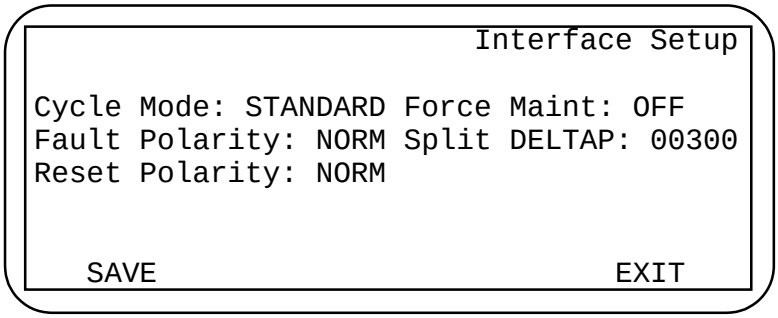


Die Werkseinstellung ist F1,F2,F3,F4 wie in Abbildung 23 gezeigt.

4.18 INTERFACE Bildschirm zur Einstellung von Fernbedienungsparametern

Der Interface Einstellbildschirm ist in Abbildung 24 gezeigt. Hier können Sie Werte einstellen, die für die Synchronisation mit externen Geräten von Bedeutung sind.

Abbildung 24: INTERFACE Bildschirm

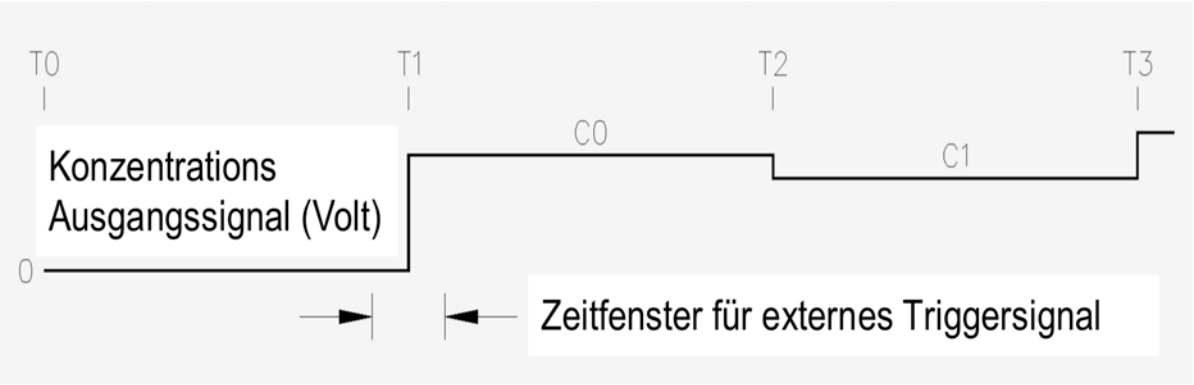


Force Maint	diese Variable setzt das Wartungsrelay in die ON oder OFF Position. Diese Funktion kann vom Servicepersonal benutzt werden um dem angeschlossenen Datenaufzeichnungssystem zu signalisieren dass zurzeit Wartungsarbeiten am Gerät durchgeführt werden.
Fault Polarity	Setzt die Polarität des Fernsteuerfehlerrelays; NORM für normal offen (NO) und INV für normal geschlossen (NC).
Split DELTAP	Setzt den split cycle Punkt. Nicht nötig im APDA-371.
Reset Polarity	Setzt die Eingangspolarität des externen Rücksetztriggersignals; NORM für normal offen (NO) und INV für normal geschlossen (NC).
Cycle Mode	Die Zyklusbetriebsmode Einstellung bestimmt die Funktion des externen Rücksetztriggersignals und das Ausgabeformat des analogen Konzentrationsausgangs. Eine Beschreibung des STANDARD und des EARLY Zyklus Betriebsmodes folgt.

STANDARDZYKLUS Betriebsmode

Das Ausgabeformat des analogen Konzentrationsausgangs für den Standardzyklus Betriebsmode ist in Abbildung 25 gezeigt

Abbildung 25: Standard Zyklus zeitlicher Ablauf



Die C0 Ausgabespannung entspricht der Konzentration gemessen von Zeitpunkt T0 bis T1, wobei die T Zeitmarken jeweils den beginn einer vollen Stunde markieren (i.a. minute=0 und sekunde=0).

Ein externes Rücksetztriggersignal kann benutzt werden um den Ablauf des Zyklus zu kontrollieren und das System mit externen anderen Geräten zu synchronisieren. Das Triggersignal muss mindestens für 2 Sekunden anliegen. Es muss in einem Zeitraum von plus oder minus 5 Minuten um den Beginn der vollen Stunde anliegen oder der E Fehlerwert (siehe oben) wird gesetzt. Die folgenden Aktionen werden je nach auftreten des Signals durchgeführt.

Minute 0 bis 5—Das Triggersignal setzt die Uhrzeit auf Minute=0 und Sekunde=0 der aktuellen Stunde. Wenn ein Messzyklus gerade begonnen hat wird er fortgesetzt. Keine Fehlermeldung (E) wird erzeugt, da das Signal zur angemessenen Zeit aufgetreten ist, so dass der Messzyklus ordnungsgemäß beendet werden kann.

Minute 5 bis 55—Das Triggersignal hat keinen Effekt, aber in das Fehlerprotokoll wird das Datum und die Uhrzeit des Auftretens des Triggersignals eingetragen und die Fehlermeldung (E) erzeugt.

Minute 55 bis 0—Wenn das Triggersignal nach einem beendeten Messzyklus auftritt oder Während das Gerät auf einen Neustart wartet dann wird keine Fehlermeldung erzeugt. In diesem Fall wird die Uhrzeit auf Minute=0 und Sekunde=0 und die Stunde auf die nächste Stunde vorgestellt und ein neuer Messzyklus gestartet.

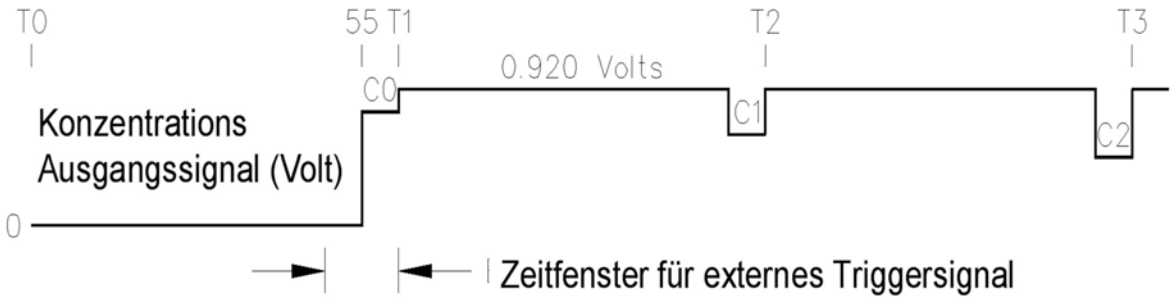
Die Uhr wird nicht gestellt wenn der Messzyklus noch nicht die Zählrate I3 ermittelt hat (Siehe Abb. 4). Datum und Uhrzeit des Triggers wird in das Fehlerprotokoll eingetragen. Ein Trigger während dieser Zeit sollte vermieden werden, da die Datenausgabe und das Fehlerprotokoll gleichzeitig zurückgesetzt würden.

Wenn während der Ermittlung der I3 Zählrate, oder wahrend der Berechnung der Messwerte ein Trigger auftritt, dann wird die laufende Messung abgebrochen. Datum und Uhrzeit der Triggers wird in das Fehlerprotokoll eingetragen (This means that the shuttle must be moved back to the right hand position to reset a cycle). Ein abgebrochener Messzyklus setzt automatisch den Analogausgang auf maximalen Spannungs- oder Stromwert. (z.B. 1.0 Volt oder 20.0 mA).

EARLYZYKLUS Betriebsmode

Das Ausgabeformat des analogen Konzentrationsausgangs für den Earlyzyklus Betriebsmode ist in Abbildung 26 gezeigt

Abbildung 26: Early Zyklus zeitlicher Ablauf



Die C0 Ausgabespannung entspricht der Konzentration gemessen von Zeitpunkt T0 bis T1, wobei die T Zeitmarken jeweils den Beginn einer vollen Stunde markieren (i.a. minute=0 und sekunde=0). Die Ausgabespannung für die Konzentration der aktuellen Stunde wird für 5 Minuten (Minute 55 bis 0) ausgegeben. Zu allen anderen Zeiten ist die Ausgabespannung 0.920 Volts.

Ein externes Rücksetztriggersignal kann benutzt werden um den Ablauf des Zyklus zu kontrollieren und das System mit externen anderen Geräten zu synchronisieren. Das Triggersignal muss mindestens für 2 Sekunden anliegen. Es muss in einem Zeitraum von plus oder minus 5 Minuten um die Minute 55 anliegen oder der E Fehlerwert (siehe oben) wird gesetzt. Die folgenden Aktionen werden je nach auftreten des Signals durchgeführt.

Minute 55 bis 0—Das Triggersignal setzt die Uhrzeit auf Minute=55 und Sekunde=0 der aktuellen Stunde. Ein neuer Messzyklus wird gestartet, wenn ein Messzyklus gerade begonnen hat wird er fortgesetzt. Keine Fehlermeldung (E) wird erzeugt, da das Signal zu einer Zeit aufgetreten ist das der Messzyklus noch ordnungsgemäß beendet werden kann.

Minute 0 bis 50—Das Triggersignal hat keinen Effekt, aber in das Fehlerprotokoll wird das Datum und die Uhrzeit des Auftretens des Triggersignals eingetragen und die Fehlermeldung (E) erzeugt.

Minute 50 bis 55—Wenn das Triggersignal nach einem beendeten Messzyklus auftritt oder während das Gerät auf einen Neustart wartet dann wird keine Fehlermeldung erzeugt. In diesem Fall wird die Uhrzeit auf Minute=55 und Sekunde=0 gestellt und ein neuer Messzyklus gestartet.

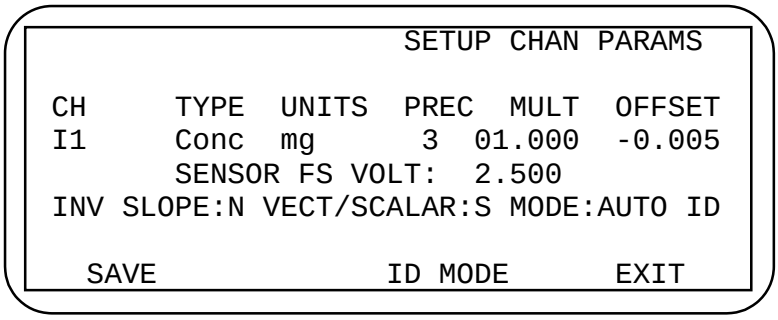
Die Uhr wird nicht gestellt wenn der Messzyklus noch nicht die Zählrate I3 ermittelt hat (Siehe Abb. 4). Datum und Uhrzeit des Triggers wird in das Fehlerprotokoll eingetragen. Ein Trigger während dieser Zeit sollte vermieden werden, da die Datenausgabe und das Fehlerprotokoll gleichzeitig zurückgesetzt würden.

Wenn wahrend der Ermittlung der I3 Zählrate, oder wahrend der Berechnung der Messwerte ein Trigger auftritt, dann wird die laufende Messung abgebrochen. Datum und Uhrzeit der Triggers wird in das Fehlerprotokoll eingetragen (This means that the shuttle must be moved back to the right hand position to reset a cycle). Ein abgebrochener Messzyklus setzt automatisch den Analogausgang auf 0.920 Volt.

4.19 SENSOR Bildschirm zur Anmeldung angeschlossener Sensoren

Die APDA-371 Messgeräte haben 6 analoge Eingänge die für die Aufzeichnung von meteorologischen Sensoren oder anderen Luftgütesensordaten gedacht sind. Neue Sensoren müssen im Gerät voreingestellt werden bevor deren Daten aufgezeichnet werden können. Der SENSOR Bildschirm erlaubt notwendigen Einstellungen vorzunehmen. Der SENSOR Bildschirm ist in Abbildung 27 gezeigt.

Abbildung 27: SENSOR Bildschirm



CH Kanäle werden mit Hilfe der up und down Pfeiltasten im CH (Kanal) Eingabefeld ausgewählt.

ANMERKUNG: Kanäle I1 (Conc) und I2 (Qtot) sind intern. Sie können betrachtet aber nicht verändert werden.

TYPE Dies ist der Kanalname. Wenn der MODE Parameter auf AUTO ID steht, dann wird der Name automatisch gewählt wenn HORIBA auto ID Sensoren (500 series) angeschlossen werden. Wenn der MODE Parameter MANUAL ist dann können Sie einen Namen mit den Pfeiltasten eingeben. Wobei die Auswahl der Buchstaben mit den Pfeilen auf und ab und die Abfolge mit den links rechts Tasten gewählt wird.

UNITS Dies ist die Einheit in der das Meßsignal angezeigt wird.

PREC Setzt die Dezimalstellen nach dem Dezimalpunkt für Multiplier und Offset.

MULT Faktor mit dem das Eingangssignal multipliziert wird.

OFFSET Offset der zum Eingangssignal addiert wird.

SENSOR FS VOLT Der Wert für die maximale Sensorspannung.

INV SLOPE Benutzen Sie den „inverse slope“ Parameter nur für Thermistor Temperatursensoren mit Widerstandsveränderung.

VECT/SCALAR Setzt die Mittelungsmethode; SCALAR ist für alle Sensoren außer der Windrichtung zu benutzen. Hier benötigen Sie die Einstellung VECTOR.

MODE Drücken Sie die ID MODE Taste um den mode Parameter zu verändern.
MANUAL—in diesem mode kann der Benutzer die Sensorparameter von Hand eingeben.
AUTO ID—In diesem mode wird die „AUTOMET ID“ Methode benutzt um die Sensorparameter automatisch auszuwählen.

ANMERKUNG: Von Hand eingegebene Parameter werden gelöscht wenn sie in den AUTO ID mode wechseln.

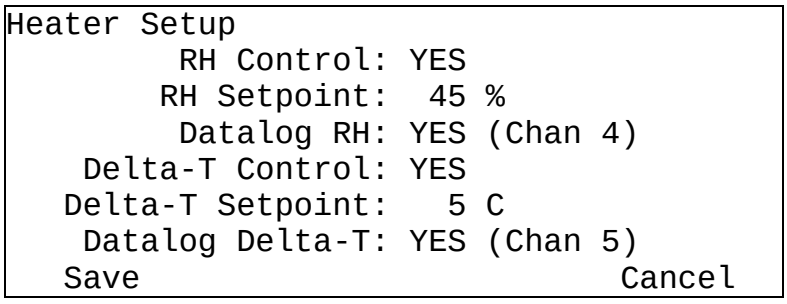
4.20 HEATER Bildschirm zum Setzen der Probenahmeheizungsparameter

Eine Option für die APDA-371 Messgeräte ist die feuchtigkeitsgesteuerte (RH) Probenahmeheizung. Diese Option benutzt einen Feuchtesensor und einen Temperatursensor die kurz unterhalb des Filterbandes angebracht sind. Tests haben gezeigt wenn man die relative Feuchte unterhalb des Filterbandes über 55% erhöht das dann die Staubpartikel vermehrt Wasser anlagern können. Dies führt dann zu einer erhöhten Anzeige der Staubkonzentration. Die feuchtigkeitsgesteuerte Probenahmeheizung minimiert diesen Effekt. HORIBA empfiehlt einen Wert für die relative Feuchte RH von bis zu 45% zu verwenden. Dies ist ähnlich der Äquilibration von gesammelten Filtern im Labor zu sehen.

Zusätzlich wird die Filtertemperatur und die Umgebungstemperatur gemessen und eine Differenztemperatur Delta-T aus diesen berechnet. Flüchtige organische Bestandteile (VOCs) und Semi-VOC's können vom Filter abdampfen und damit für die Messung unzugänglich werden wenn die Filtertemperatur deutlich größer als die Umgebungstemperatur ist. Die US EPA verwendet in ihren Referenzsammlern eine maximale Temperaturdifferenz von 5 C. HORIBA empfiehlt im Falle einer Aussenaufstellung des Gerätes im BX-903 oder BX-902 Wetterschutzgehäuse den Delta-T Wert auf 5 Grad Celsius zu setzen. Anmerkung: Delta-T ist nur verfügbar wenn ein Umgebungstemperatursensor (BX-592) an Kanal 6 angeschlossen ist.

Die Probenahmeheizung ist eingeschaltet wenn das APDA-371 Messgerät eingeschaltet ist und die Pumpe läuft. Die Probenahmeheizung schaltet ab wenn die relative Feuchte RH genau 1% unter den gesetzten Wert kommt oder der Wert für die Delta-T Schwelle erreicht ist.

Abbildung 28: HEATER Bildschirm



RH Control Optionen sind YES oder NO. Im Falle YES wird die Probenahmeheizung eingeschaltet und der RH Wert wird im Bereich von etwa +/-1% des Sollwertes geregelt.

RH Setpoint Der Sollwert kann ein Wert von 1 bis 99 sein. Dieser Wert wird dann unterhalb des Filters möglichst konstant gehalten.

Datalog RH Optionen sind YES oder NO. Im Falle YES wird die relative Feuchte RH im Kanal 4 der APDA-371 Datenaufzeichnung gespeichert.

Anmerkung: Wenn YES ausgewählt wurde wird ein eventuell angeschlossenes externes Signal an Kanal 4 ignoriert.

Delta-T Control Optionen sind YES oder NO. Wenn YES gewählt ist schaltet die Probenahmeheizung ab wenn der Delta-T Sollwert überschritten wird. Wenn der Delta-T Sollwert um 1 C überschritten ist wird ein Alarm (N) ausgelöst und in das Fehlerprotokoll eingetragen. Siehe Abschnitt 4.16.

Delta-T Setpoint Der Sollwert kann eine Zahl von 1 bis 99 sein. Wenn dieser Wert überschritten wird schaltet sich die Probenahmeheizung ab. Anmerkung: Dies ist auch der Fall wenn die relative Feuchte noch größer als der zugehörige Sollwert ist.

Datalog Delta-T Optionen sind YES oder NO. Wenn YES ausgewählt ist dann wird der Wert von Delta-T im Kanal 5 der APDA-371 Datenaufzeichnung gespeichert. Anmerkung: Wenn YES ausgewählt wurde wird ein eventuell angeschlossenes externes Signal an Kanal 5 ignoriert.

5 BEDIENUNG

5.1 Einleitung

Die APDA-371 hat eine große 320-Zeichen Anzeige (8 Zeilen je 40 Zeichen) welche eine leistungsstarke Kommunikationsschnittstelle mit dem Benutzer erlaubt. Der Benutzer kann Datensätze erhalten, verschiedene Kommunikationsprotokolle erstellen und mit dem Display und der Tastatur die Bedienung des Systems testen

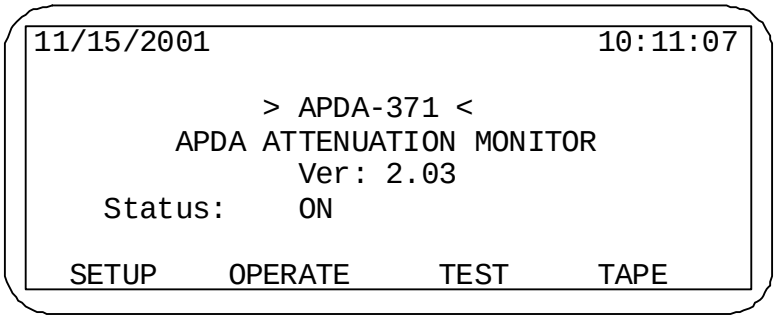
5.2 Lernen Sie die Benutzung der Tastatur

Wird die APDA-371 zum ersten Mal in Betrieb genommen wird erscheint eine Anzeige im Hauptmenu. Das zeigt das Gerät ist für den Start bereit. Die Anzeige enthält Informationen über das Datum, Uhrzeit, Geräteversion, Modelnummer und auch 4 Tasten zur Menüauswahl der APDA-371. Die Tasten erlauben dem Benutzer zum Einschalt-, Ablauf- und Testmenü zu gelangen. Jedes Menü zeigt eine kurze Funktionsbeschreibung an. Die Untermenüs enthalten eine EXIT Taste welche zum Hauptmenü des APDA-371 zurückführt.

Die linke und rechte Pfeiltaste bewegen den Kursor durch die verschiedenen Dateneingabefelder der Untermenüs. Die Auf- und Abpfeile ermöglichen die Nummernwerte auf- oder absteigend anzuzeigen oder aber die Auswahl innerhalb eines Feldes. Jede Veränderung innerhalb eines Bildschirms muss durch die Bedienung der Speichertaste bestätigt werden. Eine Meldung am Bildschirm wird angezeigt nachdem das System die Änderungen gespeichert hat.

Bild 29 zeigt den APDA-371 Einschalt-Bildschirm

Abbildung 29: Einschalt - Bildschirm



Beschreibung der Tasten

SOFTWARE FUNKTIONSTASTEN
Die Beschreibung der 4 Tasten unterhalb der Anzeige wird in der Fußzeile angezeigt. Die Bedeutung der jeweiligen Taste hängt jeweils vom Menu ab.

KURSOR Tasten
Diese 4 Pfeiltasten werden genutzt um durch das Menü nach oben, unten, rechts und nach links zu navigieren bzw. die Parameter im Einschalt-Bildschirm zu verändern.

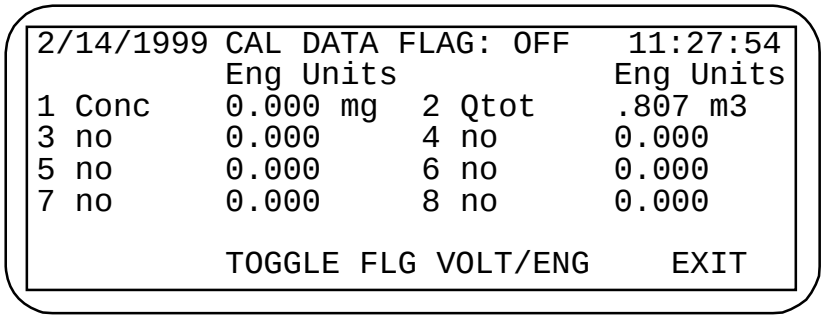
CONTRAST ADJUSTMENT KEY
Diese Taste hat ein Halbmondzeichen. Durch die Bedienung wird der Kontrast des Bildschirms mehr oder weniger. Wird die Taste länger gehalten wird sich der Kontrast in die eine oder andere Richtung verändern.

FUNKTIONSTASTEN
Die 6 Tasten F1-F6 können zur Vereinfachung häufig ausgeführter Aufgaben genutzt werden.

ANMERKUNG: Funktionstasten sind nur im Hauptmenu bzw. zur Passworteingabe verfügbar.

F1
Diese Taste kann zur Anzeige der momentanen Werte, die durch die APDA-371 aufgezeichnet wurden, genutzt werden. Angezeigt werden alle Werte wie die zuletzt gemessene Konzentration, die gegenwärtige Luftdurchflussrate und die aktuellen Werte aller anderen Sensoren welche mit der APDA-371 verbunden sind.
Der Bildschirm der aktuell gemessenen Werte ist in Abbildung 30 dargestellt.

Abbildung 30: Der (F1) Bildschirm zur Anzeige der Momentanwerte


2/14/1999 CAL DATA FLAG: OFF 11:27:54
Eng Units Eng Units
1 Conc 0.000 mg 2 Qtot .807 m3
3 no 0.000 4 no 0.000
5 no 0.000 6 no 0.000
7 no 0.000 8 no 0.000
TOGGLE FLG VOLT/ENG EXIT

Dieser Bildschirm wird zur Beobachtung aller Kanäle die mit der APDA-371 verbunden sein könnten genutzt. Die Werte, mit Ausnahme der Konzentration (Conc) und des Luftvolumenstroms (Qtot), werden momentan gemessen. Der Conc Wert repräsentiert die Konzentration des letzten Messzyklus. Die Qtot Angabe repräsentiert den gesamten Luftvolumenstrom während dem letzten Messzyklus.

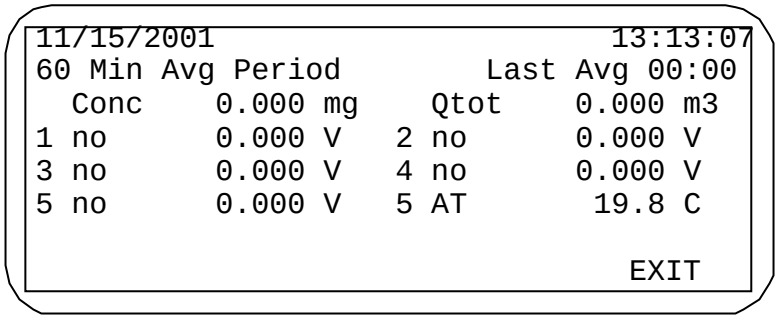
CAL DATA FLAG
Dieses Datenkennzeichen wird benutzt um die aktuellen Daten mit einer Kennung M zu versehen. Wenn das CAL DATA FLAG auf (ON) gesetzt ist werden die Daten in der aktuellen Messperiode mit M gekennzeichnet. Hiermit kann das Wartungspersonal eine Kennzeichnung geben das es am Gerät Wartungs- Einstellarbeiten wie zum Beispiel die Überprüfung der Luftdurchflussrate, einen Filterbandwechsel oder andere Routine Aufgaben durchgeführt wurden.

TOGGLE FLG
Mit dieser Taste wird das Wartungskennzeichen in den aufgezeichneten Daten gesetzt. Wenn das Wartungskennzeichen gesetzt ist, dann zeigt der Bildschirm die Bezeichnung „CAL DATA FLAG ON“ schwarz hinterlegt und blinkend an.

VOLT/ENG
Dieses Feld erlaubt dem Benutzer die Kanäle entweder mit den eingestellten Einheiten (ENG) oder aber als reine Spannungswerte (VOLT) zu sehen.

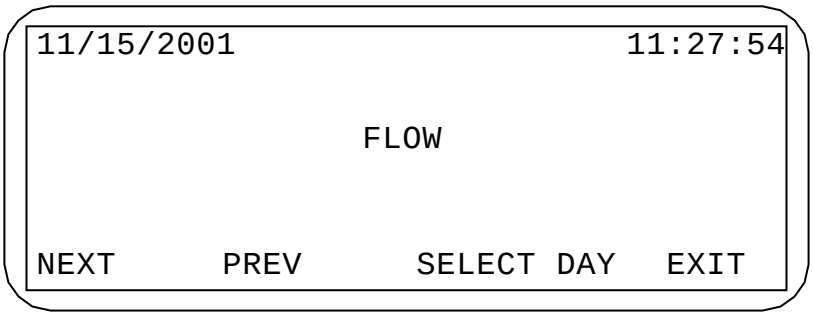
F2
Diese Taste wird zur Anzeige des letzten vom APDA-371 aufgenommenen Mittelwertes genutzt. Die Konzentration und der Luftstrom werden als Wert der letzten Stunde angezeigt, alle anderen Messungen sind die Mittelwerte der letzten Datenaufzeichnungsperiode (siehe MET SAMPLE Parameter Abschnitt 4.13). Der Bildschirm zur Mittelwertanzeige ist in Abbildung 31 gezeigt.

Abbildung 31: Der (F2) Bildschirm zur Anzeige der letzten Mittelwerte



F3
F3 zeigt die durch das APDA-371 Gerät gespeicherten Fehlermeldungen an. Der Bildschirm der Fehlermeldungen wird in Abbildung 32 gezeigt.

Abbildung 32: Der (F3) Bildschirm zur Anzeige der gespeicherten Fehlermeldungen



F4
Die Datenrückruftaste wird genutzt um die Daten der letzten 10 Tage anzuzeigen.

F5
Durch die Taste wird der Transfer des Speicherinhaltes zum Speicher-Modul angestoßen. Lesen Sie dazu mehr im Abschnitt 7 und 8.

F6
Diese Taste hat bisher keine Funktion.

5.3 Normalbetriebsmodus

Wird das APDA-371 Gerät auf den Normalbetriebsmodus (Operation Mode = ON) eingestellt, ist die Maschine solange im Betrieb bis sie angehalten wird. Der Befehl zum Anhalten kann entweder durch den Benutzer mittels setzen von (Operation Mode = OFF) gegeben werden, oder durch den Benutzer wenn die Optionen SETUP oder TEST gewählt wird während die Maschine noch im Normalbetriebsmodus ist oder aber durch einen Fehler des APDA-371 der durch einen Neustart nicht behoben werden kann (wie z.B. einen Filterbandriss).

5.4 Untermenü „ Operate“

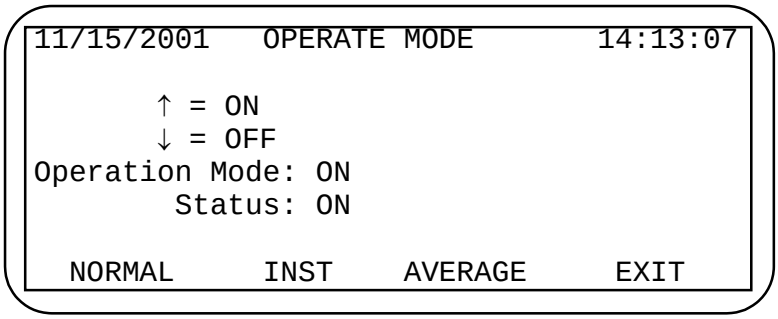
Um zum OPERATE Bildschirm zu gelangen bedienen Sie bitte den OPERATE soft-key im Hauptmenü.

Der OPERATE Bildschirm hat 4 Optionen, NORMAL ist der Standardbetriebs-Mode. INST wird genutzt um die APDA-371 Kanäle und die zusätzlich aufgezeichneten Kanäle unverzüglich anzuzeigen. Die Option AVERAGE zeigt die Mittelwerte der aufgezeichneten Werte an. Des weiteren gibt es die EXIT Option.

Beim Einschalten des Gerätes oder nach Netzausfall ist der Operation Mode auf ON gesetzt. Um den Operations-Modus zu ändern betätigen Sie bitte die UP Taste für den ON und die DOWN Taste für den OFF Modus.

Der Operate Mode Bildschirm wird in der Abbildung 33 angezeigt.

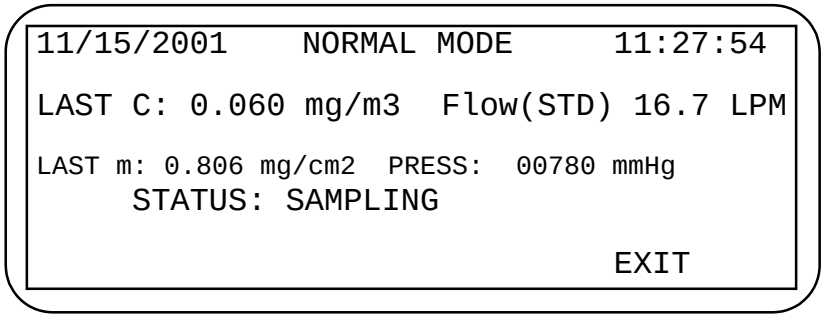
Abbildung 33: Das OPERATE MODE Menü



5.5 Der „Normal“ Bildschirm

Dieser Bildschirm ermöglicht dem Benutzer die Überwachung des Geräteablaufs. Zu diesem Bildschirm gelangt man mit Hilfe des soft key NORMAL.

Abbildung 34: Der Normal Mode Bildschirm



LAST C
Dieser Wert zeigt die zuletzt aufgezeichnete Konzentration, am Ende des Messzyklus wird der Wert jeweils erneuert.

LAST m
Dies ist der neuste Referenz Membranwert. Der Wert sollte mit dem ABS Wert um ±5% übereinstimmen. Ist die Differenz größer, wird ein **D** Fehler protokolliert.

FLOW
Zeigt den die Luftdurchflussrate im Gerät an. Die Auswahl des (FLOW TYPE) Parameters (Siehe auch Abschnitt 4.14) steuert wie der Luftdurchfluss am Bildschirm angezeigt wird. LPM steht für Liter Pro Minute und STD für Standard Konditionen
Anmerkung: In älteren Versionen der APDA-371 wird der Begriff „VOLUMETRIC“ gleichbedeutend mit „ACTUAL“ verwendet. Beide Begriffe zeigen an, dass die Volumenstromregelung des Geräts auf Umgebungsbedingungen eingestellt ist.

Tabelle 5: „Flow Type“ Einstellungen der Durchflussmessung

Flow Type	**Beschreibung**
METERED	Wählen Sie METERED wenn Ihr APDA mit einem Handventil zur Einstellung des Volumenstroms ausgestattet ist. Der Volumenstrom wird hier in U.S. EPA Standardkonditionen (25 C and 1013 hPa) berechnet.
ACTUAL	Wählen Sie ACTUAL wenn Ihr APDA mit der BX-961 Durchflussregeloption, und einem BX-592 Temperatursensor ausgerüstet ist. Der Volumenstrom (ACTUAL) wird dann in Umgebungsbedingungen (aktuelle Temperatur und Luftdruck) berechnet. Die Konzentration ist ebenfalls in mg/m3 berechnet auf Umgebungsbedingungen. Der Volumenstrom wird hier auf Umgebungsbedingungen geregelt.

STD	Wählen Sie STD wenn Ihr APDA mit der BX-961 Durchflussregeloption ausgerüstet ist. Der Volumenstrom wird hier in U.S. EPA Standardkonditionen (25 C and 1013 hPa) berechnet. Die Konzentration ist ebenfalls auf die Standardkonditionen in mg/m3 berechnet. Der Volumenstrom kann falls der BX-592 Temperatur Sensor installiert ist auf Umgebungsbedingungen geregelt werden. Ohne die Sensoroption wird der Volumenstrom hier stets auf Standardkonditionen geregelt.

PRESS
Zeigt den momentanen Luftdruck in mm-Hg an.

5.6 Der „INST“ Bildschirm zur Kontrolle der Momentanwerte

Dieser Bildschirm wird zur Beobachtung aller Kanäle die mit der APDA-371 verbunden sein könnten genutzt. Die Werte, außer der Konzentration (Conc) und Luftstrom (Qtot), werden alle momentan gemessen. Der Conc Wert repräsentiert die Konzentration der letzten Periode. Die Qtot Angabe repräsentiert den gesamten Volumenstrom während der letzten Periode.

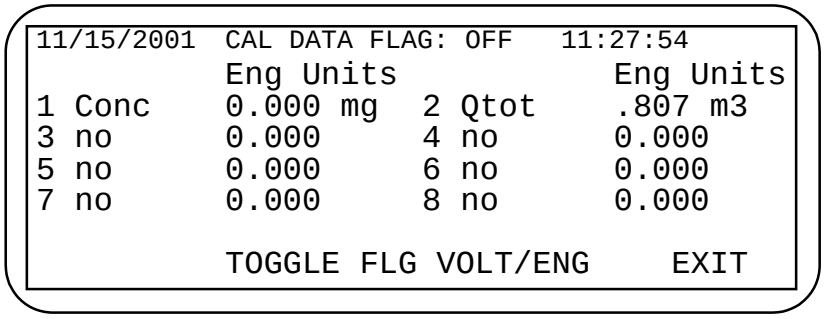
CAL DATA FLAG
Dieses Datenkennzeichen wird benutzt um die aktuellen Daten mit einer Kennung M zu versehen. Wenn das CAL DATA FLAG auf (ON) gesetzt ist werden die Daten in der aktuellen Messperiode mit M gekennzeichnet. Hiermit kann das Wartungspersonal eine Kennzeichnung geben das es am Gerät Wartungs- Einstellarbeiten wie zum Beispiel die Überprüfung der Luftdurchflussrate, einen Filterbandwechsel oder andere Routine Aufgaben durchgeführt wurden.

TOGGLE FLG
Mit dieser Taste wird das Wartungskennzeichen in den aufgezeichneten Daten gesetzt. Wenn das Wartungskennzeichen gesetzt ist, dann zeigt der Bildschirm die Bezeichnung „CAL DATA FLAG ON“ schwarz hinterlegt und blinkend an.

VOLT/ENG
Dieses Feld erlaubt dem Benutzer die Kanäle entweder mit den eingestellten Einheiten (ENG) oder aber als reine Spannungswerte (VOLT) zu sehen.

Der „Inst“ Bildschirm ist in Abbildung 35 zu sehen.

Abbildung 35: Der „Inst“ Bildschirm

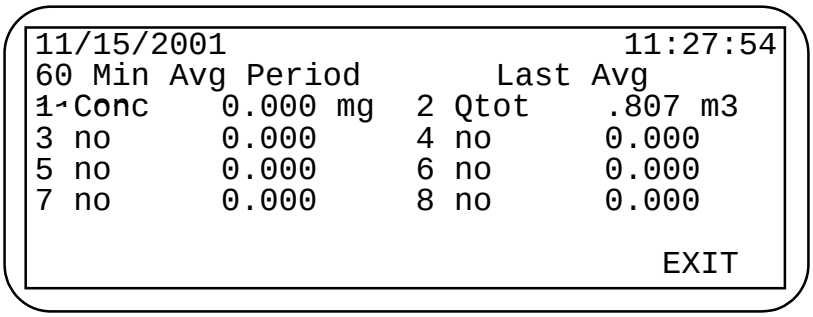

11/15/2001 CAL DATA FLAG: OFF 11:27:54
Eng Units Eng Units
1 Conc 0.000 mg 2 Qtot .807 m3
3 no 0.000 4 no 0.000
5 no 0.000 6 no 0.000
7 no 0.000 8 no 0.000
TOGGLE FLG VOLT/ENG EXIT

5.7 Der „Average“ Bildschirm zur Anzeige der letzten Mittelwerte

Dieser Bildschirm wird zur Anzeige der letzten vom APDA-371 aufgenommenen Mittelwerte genutzt. Der Conc Wert repräsentiert die Konzentration und die Qtot Angabe den gesamten Volumenstrom während des letzten Messzyklus. Alle anderen Messwerte sind die Mittelwerte der letzten Datenaufzeichnungsperiode. Der Zeitraum für die Mittelwertbildung ist in 2. Zeile der Anzeige angegeben. Um die Datenaufzeichnungsperiode zu ändern lesen sie bitte den Abschnitt 4.13.

Der Bildschirm zur Mittelwertanzeige in Abbildung 36 gezeigt.

Abbildung 36: Der „Average“ Bildschirm



6 KALIBRIERUNG

6.1 Werkskalibrierung

Der Hersteller verfügt über eine komplette Testeinrichtung zur Kalibrierung aller Partikel-instrumente. Jedes Instrument wird entsprechend nachweisbarer Standards getestet und dann an einer Bestaubungstesteinrichtung zusammen mit einem Referenzgerät in Betrieb genommen. Die Testergebnisse werden als Daten Punkte für die Datenregression und die letztendliche Kalibration genutzt. Um die Konformität während der Testperiode sicherzustellen wird auch der eingebaute Membran Kalibrator getestet.

Ein eingebautes Gerät wird sowohl einen stündlichen Diagnostik Test als auch Tests für die korrekte Funktion aller Komponenten durchführen. Eine Kalibrierung der Luftdurchsatzes im Feld wird je nach Saison durchgeführt.

6.2 Automatische Kalibrierüberprüfung

Die APDA-371 hat eine eingebaute Referenz Membran. Die Membran wird automatisch in das Messvolumen eingeschoben um die Masse der Membrane zu jeder Stunde bzw. nach jedem Filterwechsel zu bestimmen. Für jede Membran wurde vorab im Herstellerwerk eine charakteristische Masse bestimmt und im APDA-371 gespeichert. Wenn die stündliche Referenz Membran Kalibrierung abläuft wird der neu errechnete Wert mit dem werksseitig gespeicherten Wert verglichen um einen ordnungsgemäßen Messablauf zu gewährleisten. Die Membran darf während der normalen Messung nicht eingefahren sein. Sollte das Instrument eine Abweichung von dem gespeicherten Wert feststellen die außerhalb der Spezifikation liegt wird ein Fehler protokolliert und die Daten werden markiert.

Eine Nullmessung wird zu Beginn und zum Ende eines jeden Messzylus auf einem frischen Filterfleck durchgeführt um die Stabilität des Meßsystems zu gewährleisten.
Die Nullmessung wird auf demselben Filterfleck durchgeführt und zeigt die Fähigkeit des Systems einen konstanten Messwert (Null) zu erzeugen wenn kein Staub gesammelt wurde. Überschreitet der Unterschied der beiden Messwerte ein vorher festgelegtes Limit wird eine Fehlermeldung im Fehlerprotokoll gezeigt und die digitalen Werte werden markiert.

6.3 Kalibrierung der Luftdurchsatzmessung im Feldeinsatz

Das APDA-371 kennt drei Arten der Luftdurchsatzregelung – Manuell fest eingestellt, geregelt auf Normbedingungen oder auf Umgebungsbedingungen. Der manuell fest eingestellte Volumenstrom wird in EPA Norm Konditionen angegeben (298 Kelvin und 1013.25 hPa, bzw. 760 mmHg) es ist keine Flowregelung nötig. Bei der Regelung auf Umgebungsbedingungen wird der Volumenstrom so geregelt, dass er für die jeweiligen Umgebungsbedingungen dem Sollwert entspricht. Bei der Regelung auf Normbedingungen wird der Volumenstrom bezogen auf die Standardbedingungen (298 Kelvin und 1013.25

hPa) konstant auf dem Sollwert gehalten. Eine Kalibrierung der verschiedenen Regelungsarten erfordert jeweils spezielle Messgeräte und Test Abläufe.

Um die Art der Volumestromregelung des APDA's zu bestimmen, navigieren Sie zu dem Kalibrations Bildschirm (SETUP>CALIBRATE). Ein Passwort muss eingegeben werden, siehe Abschnitt 4.17. Dieser Bildschirm zeigt den Wert der FLOW TYPE Variablen entweder METERED, STANDARD oder ACTUAL. Wählen Sie Schritt **A** für die Kalibrierung der METERED und STANDARD Regelung und Schritt **B** für die der ACTUAL Regelung.

A. METERED oder festeingestellter Volumenstrom erfordert ein Referenz Volumenstrommessgerät mit einem Anschlussadapter. HORIBA empfiehlt die BIOS® Geräte oder den Kauf der BX-307 Option. Ein Referenz Temperaturmessgerät wird benötigt um die Umgebungstemperatur zu messen.

1. Notieren Sie folgende Werte mit ausgeschalteter Vakuum Pumpe:

   $T_{ambient}$ (T_a)_____Kelvin. (Referenz Temperaturmessgerät)

   $P_{ambient}$ (P_a)_____mm-Hg (APDA OPERATE>NORMAL Bildschirm)

2. Im SETUP>CALIBRATE Bildschirm muss jeweils C_v und Q_0 auf 1.000 und 0.000 eingestellt werden.

3. Transportieren Sie das Filterband auf einen frischen Filterfleck. Entfernen Sie den Vakuumschlauch der Pumpe von der Rückseite des APDA-371. Im TEST>PUMP Bildschirm schalten Sie die Pumpe an.

   ANMERKUNG: Es sollte keine Luft durch das APDA-371 fließen. Notieren Sie den angezeigten Volumenstrom:

   Zero flow (Z_f)_____LPM.

4. Im SETUP>CALIBRATE Bildschirm stellen Sie den Q_0 Wert gleich dem negativen Null Wert Z_f ein. Testen Sie den Luftstrom nun wie oben beschrieben und stellen Sie sicher dass der angezeigte Messwert nun 0± 0.10 LPM ist.

5. Der Vakuumschlauch der Pumpe muss nun wieder angeschlossen werden.

6. Entfernen Sie den PM_{10} Lufteinlasskopf und legen Sie diesen beiseite.

7. Befestigen Sie den Anschlussadapter für das Volumenstrommessgerät anstelle des PM10 Kopfes. Verbinden Sie das Referenz Volumenstrommessgerät mit dem Schlauchanschlußstutzens des Adapters.

8. Benutzen Sie nun das Referenz Volumenstrommessgerät und notieren Sie den gemessenen Volumenstrom nachdem die Pumpe etwa 5 Minuten gelaufen ist. Gleichzeitig notieren sie auch den vom APDA-371 gemessenen Volumenstrom des TEST>PUMP Bildschirms.

   Audit (Q_a)_____LPM (Aufgenommen von Referenz)

   APDA (Q_b)_____LPM (Aufgenommen vom APDA Bildschirm)

9. Wenn das Referenzgerät in Umgebungsbedingungen anzeigt konvertieren Sie die Anzeige zu Normbedingungen mit folgender Formel:

   $Q_s = Q_a * (P_a / T_a) * (298 / 760)$

10. Berechnen Sie C_v und Q_o:

    $C_v = Q_s / Q_b$

    $Q_o = -C_v * Z_f$

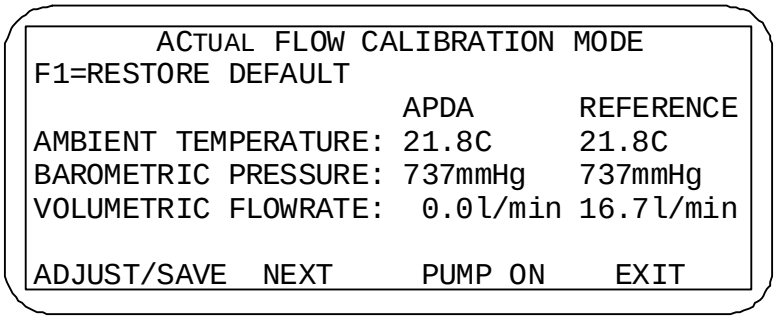
11. Stellen Sie die im Schritt 10 ermittelten Werte C_v und Q_o im Kalibrations Einschalt SETUP>CALIBRATE Bildschirm ein.

12. Schalten Sie die Pumpe ein und vergleichen Sie die Werte Q_s und Q_b wie im Schritt 8 bis 10 beschrieben. Diese sollten nicht mehr als 1 % voneinander abweichen. Sollte der Abstand größer sein wiederholen Sie bitte von Schritt 1 an.

13. Stellen Sie mit Hilfe des Handregelventils Rückseite des APDA den Volumenstrom so ein, dass die Anzeige 17.5 L/Minute zeigt. Dieser Wert entspricht der Spezifikation des PM-10 Vorabscheiders und ermöglicht eine höhere Filterbeladung bei hoher Staubkonzentration. In manchen Fällen kann dieser Volumenstrom auch direkt auf den Sollwert von 16.7 lpm eingestellt werden. Es ist empfehlenswert sich vom Hersteller beraten zu lassen sollten andere Eingestellungen genutzt werden.

B. Kalibrierung für ACTUAL oder Regelung auf Umgebungsbedingungen erfordert ein Referenz Volumenstrommessgerät mit einem Anschlussadapter BX-305. Eine vollständige Liste der APDA Optionen finden Sie im Abschnitt 10.3.3. HORIBA empfiehlt die BX-307 Option zu kaufen.
Anmerkung: Dieser Bildschirm ist verfügbar im Test Menü wenn der ACTUAL Parameter im SETUP>CALIBRATE Bildschirm ausgewählt wurde. Das APDA muss außerdem mit einer Volumenstromregelung BX-961 ausgestattet sein. Ein Model 592 Temperatur Sensor muss mit dem APDA an der Rückseite an Kanal 6 angeschlossen sein. Siehe die Sensor Anschlüsse in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** des Anhangs F.

Abbildung 37: Volumetric Flow Kalibrier Bildschirm



Um eine Volumenstromkalibrierung ausführen zu können wird ein Referenztemperatur, -Druck und ein -Volumenstrommessgerät gebraucht. Dann folgen Sie den Schritten 1 – 4.

1. Korrigieren Sie zuerst die APDA Umgebungs-Temperatur Messung. Mit Hilfe des Referenz Temperatur Sensors messen sie die Temperatur am PM10 Kopf. Geben Sie die extern gemessene Referenz Temperatur im Feld REFERENCE ein. Drücken Sie auf die ADJUST/SAVE Taste um die APDA Umgebungs-Temperatur zu korrigieren. Die APDA Anzeige soll nun mit dem Referenz Wert übereinstimmen.
2. Drücken Sie die NEXT Taste und wiederholen Sie nun die Schritte von Punkt 1 für den Luftdruck.
3. Nachdem die Temperatur und der Luftdruck korrekt sind entfernen Sie den PM10 Kopf (und sofern installiert auch den PM2.5 SCC) und schließen Sie den Anschlussadapter (BX-305) mit dem Referenz Volumenstrommessgerät am Probenahmerohr an. Auf dem APDA-371 LCD drücken Sie auf den PUMP ON Schalter. Nachdem sich der Volumenstrom stabilisiert hat (nach 5 Minuten Minimum) vergleichen Sie den angezeigten Volumenstrom mit dem am Probenahmerohr angeschlossenen Referenz Volumenstrommessgerät. Geben Sie den Referenzwert nun in das Referenzfeld ein. Stimmen der APDA Volumenstromwert nicht mit dem Referenzwert überein korrigieren Sie die APDA Messung mit Hilfe der ADJUST/SAVE Taste.
4. Wiederholen Sie Schritt 3 solange bis die Referenzmessung und der APDA Wert um nicht mehr als 1% voneinander abweichen.

6.4 Periodisches Setzen des Luftdurchsatzes per Hand

Dieses Verfahren wird für die APDA's genutzt, die nicht mit einer automatischen Regelung Luftdurchsatzes (BX 961) ausgestattet sind. Diese Geräte haben ein manuell einstellbares Luftdurchsatzventil an der Rückseite des APDA.

1. Messen Sie die Umgebungs-Temperatur in der Nähe des PM_{10} Kopfes um ca. 16:00 Uhr (außerhalb des Gehäuses des APDA-371). Konvertieren sie den Temperaturmesswert in Kelvin: für Celsius addieren Sie 273.15; für Fahrenheit nehmen Sie (Fahrenheit -32)*.556 + 273.15. Bitte als Temperatur (Temp) speichern.
2. Stellen Sie sicher dass die APDA-371 auf Pumpen Test Mode eingestellt ist und die Pumpe selbst ausgeschaltet ist. Es wird eine Meldung namens *PRESSURE* erscheinen. Dieser Messwert entspricht dem Luftdruck wenn die Pumpe ausgeschaltet ist. Bitte als Druck (Press) speichern.
3. Nun wird ein Volumen Korrektur Wert mit der folgenden Formel berechnet:

   V = (Temp / Press)*62.4

4. Dividiere V durch 24.47 um das Verhältnis des EPA Durchsatz zum Umgebungsdurchsatz zu ermitteln und speichern Sie den Wert als Calnum.
5. Schließen Sie die Bestaubungskammer, schalten Sie die Pumpe ein und für mindestens 10 Minuten warten. Danach dividieren Sie den angezeigten Luftdurchsatzwert durch Calnum.
6. Lokalisieren Sie das Durchsatzventil v1 auf der Rückseite der APDA-371. Stellen Sie den angezeigten Durchsatzwert auf 17.5/Calnum ein.

   Beispiel:
   1. Temp. = 300 Kelvin
   2. Pressure = 710 mmHg
   3. V = (300/710) * 62.4
      = 26.4
   4. Calnum = 26.4/24.47
      = 1.08
   5. Adjusted flow = 17.5 / 1.08
      = 16.2 LPM

5. Mit Hilfe des Ventils V1 solange den Wert anpassen bis der Wert des Luftdurchsatzes der APDA 16.2 LPM entspricht.

   Wird dieses Verfahren genutzt sollte diese Einstellung bei jedem Wechsel des Filterbandes stattfinden, wenigstens aber alle 2 Monate.

7 INSTRUMENT DIAGNOSE

7.1 Allgemein

Das APDA-371 stellt manuelle Funktionen zur Verfügung welche zur Unterstützung bei der Fehlersuche helfen einzelne Subsysteme oder Komponenten zu testen.

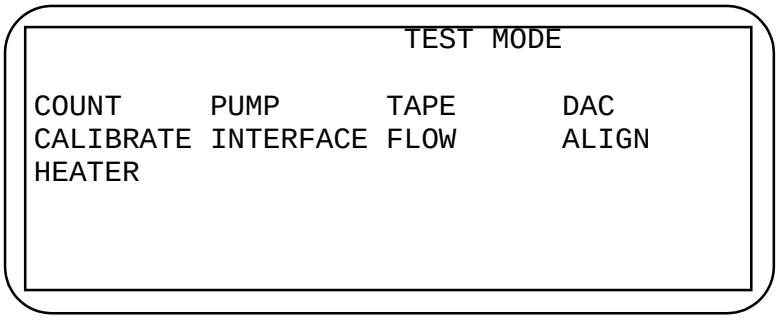
WARNUNG: Test bitte nicht während des normalen Ablaufs durchführen. Sofern das Gerät im Operations- Modus ist würde ein Testablauf den Normalbetrieb unterbrechen. Es ist empfehlenswert vor einem Testlauf die gegenwärtige Messung vollständig abzuwarten bis die Pumpe ausgeschaltet ist die letzte Konzentration angezeigt wird.

7.2 Test Hauptmenü

Über das Test Hauptmenü gelangt man zu 8 verschiedenen Testmöglichkeiten.

Abbildung 38 wird das Test Hauptmenü angezeigt.

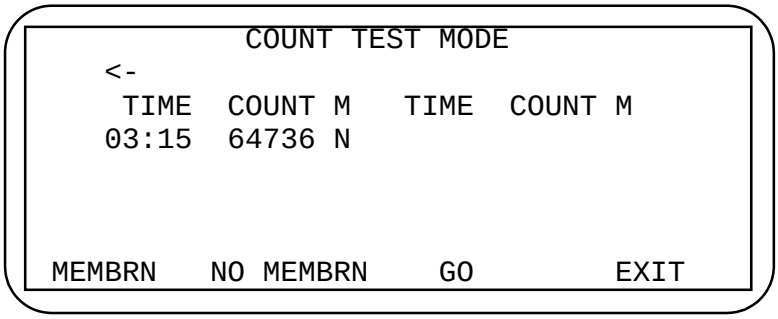
Abbildung 38: Test Menü



7.3 Untermenü „Count Test“ zum Testen der Zählraten

Der Zählraten Test ermöglicht den Detektor und die Beta Quelle separat von allen anderen mechanischen Bewegungen oder Luftdurchflussfunktionen zu testen. Das Zählen kann entweder mit oder ohne Membran durchgeführt werden. Der Benutzer kann mit dem Filterpapier allein oder auch zusätzlich mit der Referenz Membrane testen. Die einzelnen Zählraten werden gespeichert und angezeigt bis zu maximal 6 Messungen dann werden diese wieder überschrieben. Der Zähltest Bildschirm zeigt die Betadetektor Zählrate im sekundentakt während einer Zählperiode (normalerweise 4 Minuten) an. Diese Daten werden nicht gespeichert. Der Referenz Membran kann zwischen den Tests entweder vollständig aus oder eingefahren werden. Das Menü des Zählraten Tests wird in Abbildung 39 gezeigt.

Abbildung 39: Der Count Test Bildschirm



<- zeigt an Membran ausgefahren.

-> zeigt an Membran eingefahren.

TIME Gibt die Startzeit des Tests an.

COUNT Nennt die Gesamtzählrate einer Messung während einer 4 Minuten Periode an.

Y oder **N** Zeigt an Membran war eingefahren (Y) oder die Membran war nicht eingefahren (N).

MEMBRN Referenz Membran einfahren.

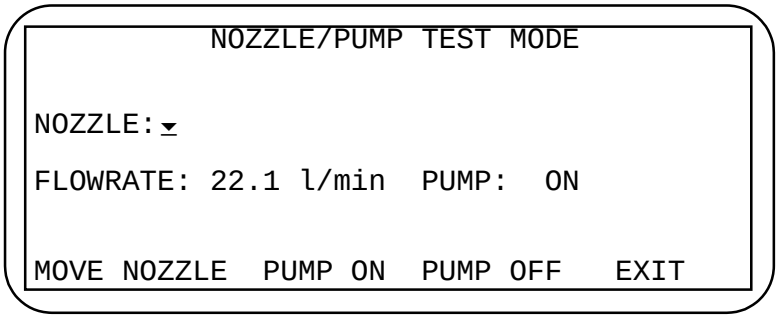
NO MEMBRN Referenz Membran ausfahren.

GO Startet den Zähltest unmittelbar. Am Ende der Periode hält der Zähler an. Der Benutzer muss entscheiden ob er eine neue Zähl Periode beginnen möchte oder nicht.

7.4 Untermenü „Pump“ zum Testen der Pumpe und der Bestaubungskammer

Dieser Test untersucht die Komponenten des Luftdurchfluss Systems. Der Pump Test Bildschirm ist in Abbildung 40 zu sehen.

Abbildung 40: Der Pump Test Bildschirm



NOZZLE: Bestaubungskammer Status; offen (▲) oder geschlossen (▼).

PUMP: Pumpen Status; ON oder OFF.

FLOWRATE: Volumenstrom Wert wird angezeigt in Liter/Minute.

MOVE NOZZLE Diese Funktionstaste bewegt die Bestaubungskammer nach oben oder unten. Dieser Test erlaubt eine ordnungsgemäße Bestaubungskammer Bewegung. Die gesamte Ablaufzeit ist ca. 5 Sekunden. Ist die Pumpe eingeschaltet kann die Funktion nicht durchgeführt werden.

PUMP ON Diese Funktion wird die Bestaubungskammer nach unten bewegen und die Vakuum Pumpe einschalten.

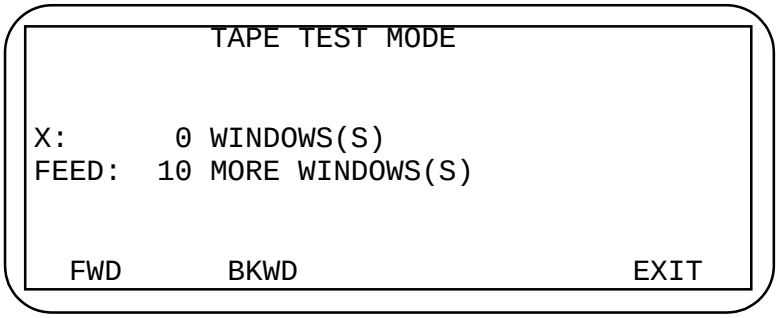
PUMP OFF Diese Funktion wird die Pumpe ausschalten.

7.5 Untermenü „Tape“ zum Testen des Filterbandtransports

Die Filterbandbewegungs- Tests erlauben eine halbautomatische Steuerung des Filterbandtransportes, entweder vor- oder rückwärts, in definierten 12.5 mm Schritten („windows“). Der Tape Bildschirm ist in Abbildung 41 angezeigt.

.

Abbildung 41: Der Tape Test Bildschirm



X: Zeigt die Anzahl der Schritte an die sich der Transport bewegt hat. Die Rückwärts Bewegungen werden als negative Zahl angegeben (-).

FEED: Ein einstellbarer Wert der zu bewegenden Anzahl von Schritten. Nutzen sie die Pfeiltasten um den Wert innerhalb der Spanne 1-10 zu ändern.

FWD Diese Funktion bewegt das Filterband vor um die FEED Anzahl der Fenster.

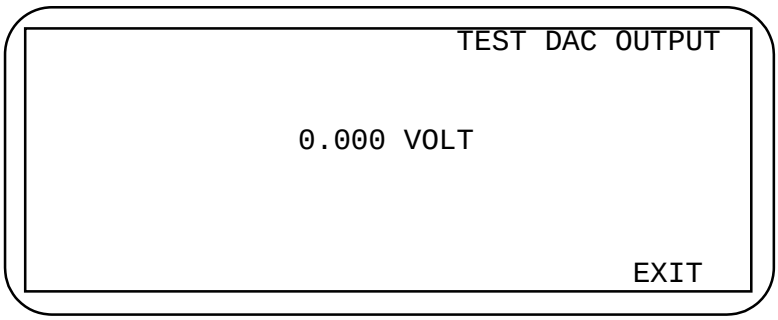
BWD Diese Funktion bewegt das Filterband zurück um die FEED Anzahl der Fenster.

7.6 Untermenü „DAC“ zum Testen das Analogausgangs

Der DAC Test ermöglicht einen einfachen Weg die Konvertierungselektronik von digital auf analog zu prüfen. Darüber hinaus wird die korrekte Einstellung des angeschlossenen Datenaufzeichnungsgerätes geprüft. Am Bildschirm wird eine über die Tastatur einstellbare Spannung angezeigt welche der DAC nun auf der Rückseite über den Analogausgang ausgibt.

Anmerkung: Mit den Pfeiltasten kann man die Werte ändern. Up/Dn ändert die Spannung in Millivolt Schritten. Die linke Pfeiltaste stellt die Ausgabe auf Null. Die rechte Pfeiltaste stellt die Ausgabe auf Vollausschlag. Die DAC Test Bildschirm wird in Abbildung 42 angezeigt.

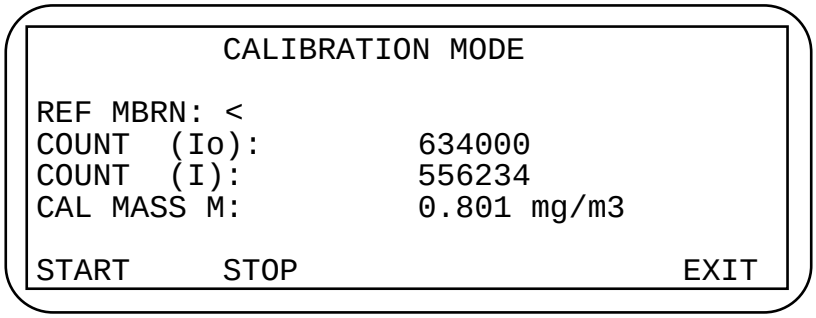
Abbildung 42: Der DAC Test Bildschirm



7.7 Untermenü „Calibrate“ zum Testen der Referenzmembran Kalibrierung

Der Kalibrier Test Mode ermöglicht dem Benutzer eine Überprüfung der Referenz Membran Berechnung durchzuführen die automatisch während jeder Sammelperiode durchgeführt wird. Der gleiche Test kann auch im Zähl Test Menü ausgeführt werden dann jedoch ohne die Massen Dichte Berechnung. Der Kalibrier Test zeigt 2 Betazählraten an, eine mit und eine ohne Referenz Membran. Jedes APDA-371 hat eine individuell gewogene Referenz Membran. Dieser Wert ist im Anhang B als der ABS Wert angegeben. Der berechnete Wert dieses Verfahrens sollte nicht mehr als 5 % vom ABS Wert im Anhang B abweichen. Der hier berechnete Wert wird nicht gespeichert. Die Gesamtlaufzeit ist ca. 8.1 Minuten. Das Kalibrier Test Menü ist in Abbildung 43 angezeigt.

Abbildung 43: Kalibrier Test Menü



REF MBRN (Referenz Membrane)

<- Zeigt eine ausgefahrene Referenz Membrane an.

-> Gibt an dass die Membran sich im Messvolumen befindet.

COUNT (I_0)

Angabe der Gesamtzählrate des Filterflecks während einer 4 Minuten Messung.

COUNT (I)

Angabe der Gesamtzählrate desselben Filterfleckes einer 4 Minuten Messung aber mit einer installierten Membran.

CAL MASS M (Calibration Mass)

Berechneter Wert der Membran basierend auf gemessenen Zählraten.

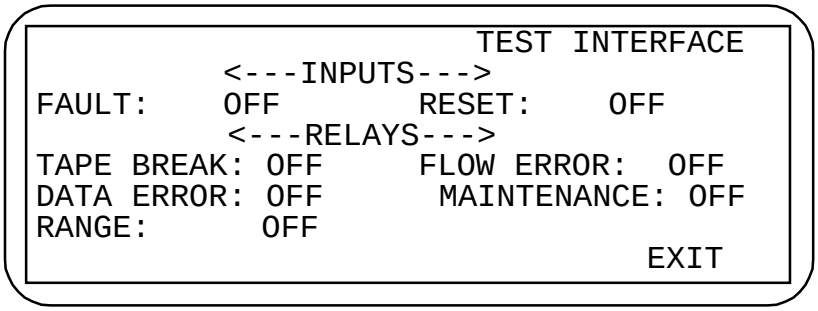
START

Startet den Kalibrierungs- Zyklus, die Messung wird unmittelbar beginnen. Nach 4 Minuten Zählen von I_0 wird die Membran eingefahren und die Zählung von I wird gestartet. Am Ende des Zyklus wird das Zählen angehalten und die Massendichte der Membran berechnet.

7.8 Untermenü „Interface“ zum Testen der digitalen Ein/Ausgänge

Die Ein/Ausgänge können mit Hilfe der in Abbildung 7 gezeigten Funktionen getestet werden.

Abbildung 44: Der Test Interface Bildschirm



FAULT

Zeigt den Wert des TELEMETRY FAULT Eingangs an, OFF ist normal.

RESET

Zeigt den Wert des EXTERNAL RESET an, OFF ist normal.

TAPE BREAK

Testet das TAPE BREAK Relais, welches durch die Bewegung der „Up“ Pfeiltaste aktiviert werden kann. Wenn man den Bildschirm wieder verlässt wird das Relais ausgeschaltet.

FLOW ERROR

Testet das FLOW ERROR Relais, welches durch die Bewegung der „Up“ Pfeiltaste aktiviert werden kann. Wenn man den Bildschirm wieder verlässt wird das Relais ausgeschaltet.

DATA ERROR

Testet das DATA ERROR Relais, welches durch die Bewegung der „Up“ Pfeiltaste aktiviert werden kann. Wenn man den Bildschirm wieder verlässt wird das Relais ausgeschaltet.

MAINTENANCE

Testet das MAINTANANCE Relais, welches durch die Bewegung der „Up“ Pfeiltaste aktiviert werden kann. Wenn man den Bildschirm wieder verlässt wird das Relais ausgeschaltet.

RANGE

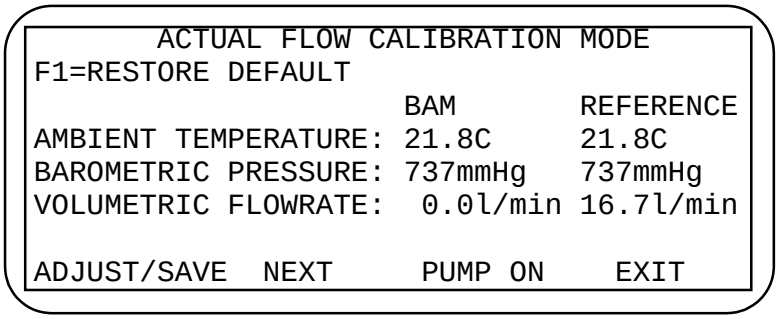
Wird für die APDA-371 Geräte nicht genutzt.

7.9 Untermenü „Flow“ zur Kalibrierung des Volumenstroms

Dieser Bildschirm wird genutzt zur Überprüfung und Kalibrierung des Luftvolumenstroms des APDA-371. Das APDA kann Temperatur, Druck und Volumenstrommessungen von externen Prüfgeräten zur Kalibrierung verwenden. Der Volumenstrom Kalibrierungs-Bildschirm wird in Abbildung 45 gezeigt.

Anmerkung: Dieser Bildschirm steht im Testmenü zur Verfügung wenn die Volumenstromart aus dem SETUP>CALIBRATE Bildschirm gewählt wurde. Die APDA muss mit einer Volumenstrom Hardware BX-961 ausgestattet sein. Ein Model 592 Temperatur Sensor muss mit dem Kanal 6 auf der Rückseite verbunden sein. Sehen Sie die Abbildung 61 im Anhang F zu dem Sensoranschluss.

Abbildung 45: Volumetric Flow Calibration Bildschirm



Um eine Volumenstromprüfung ausführen zu können wird ein Referenztemperatur-, Druck- und ein Volumenstrommessgerät gebraucht. Dann folgen Sie den Schritten 1 – 4.
.

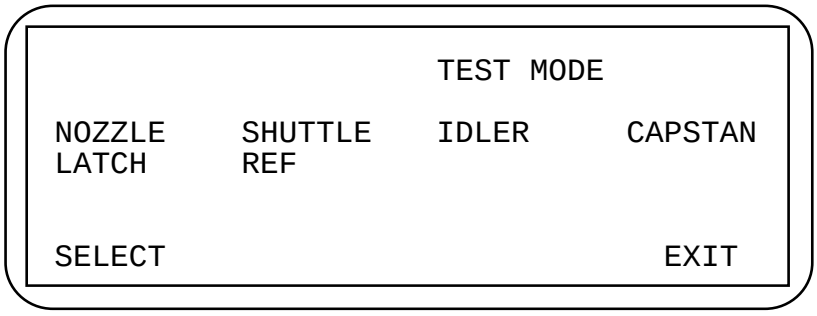
1. Korrigieren Sie zuerst die APDA Umgebungs-Temperatur Messung. Mit Hilfe des Referenz Temperatursensors messen sie die Temperatur am PM10 Kopf. Geben Sie die extern gemessene Referenz Temperatur im REFERENCE Feld ein. Drücken Sie auf die ADJUST/SAVE Taste um die APDA Umgebungs-Temperatur zu korrigieren. Der APDA soll nun mit dem Referenz Wert übereinstimmen
2. Drücken Sie die NEXT Taste und wiederholen Sie die Schritte von Punkt 1 um den Luftdruck zu ermitteln
3. Nachdem der Temperatur und der Luftdrucksensor korrekt eingestellt ist entfernen Sie den PM10 Kopf (und sofern installiert auch den PM2.5 SCC) und verbinden Sie den Anschlussadapter (BX-305) mit dem Referenz Volumenstrommessgerät und setzen Sie den Adapter auf das Probenahmerohr. Auf dem APDA-371 LCD drücken Sie nun auf den PUMP ON Schalter. Nachdem sich die Volumenstromrate stabilisiert hat (nach 5 Minuten Minimum) vergleichen Sie die gemessene Volumenstromrate mit dem am APDA-371 angeschlossenen Referenz Volumenstrommessgerät. Geben Sie den Referenzmesswert in das Referenzfeld ein. Stimmt der APDA Volumenstrom Wert nicht mit dem Referenz Wert überein korrigieren Sie die APDA Messung mit Hilfe der ADJUST/SAVE Taste.

4. Wiederholen Sie Schritt 3 solange bis die Referenz Volumenstrommessung vom APDA Volumenstrom um nicht mehr als 1% abweicht.

7.10 Untermenü „ALIGN“ zum Testen aller Motorbewegungen

Dieser Bildschirm wird zur Überprüfung des Filterbandtransportes, der Referenz Membran und des Bestaubungskammer Mechanismus des APDA-371 genutzt. Das Abgleich/Test Mode Menü ist in Abbildung 46 zu sehen.

Abbildung 46: Das Alignment Test Menü



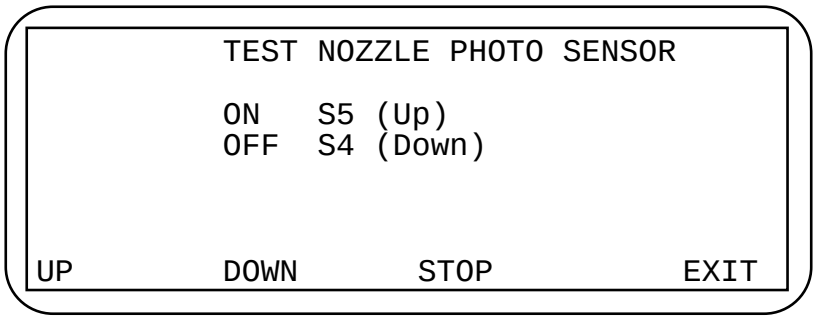
Dieses ist das Hauptmenü des „Alignment“ Test Modus. Es verzweigt in 6 verschiedene individuelle Testmenüs, welche die APDA-371 Motorbewegungen und die jeweils zugehörigen Photosensoren testen. Diese Tests werden zwar hauptsächlich vom Werk für die mechanischen Einstellungen der APDA Geräte genutzt. Sie können aber auch hilfreich bei der Fehlersuche sein.

ANMERKUNG: Diese Tests haben keine automatische Motorabschaltung oder Fehlermeldungen. Um einen Filterbandriss zu vermeiden sollte man es entfernen.

TEST BESTAUBUNGSKAMMER PHOTO SENSOR - FACTORY DIAGNOSTIC

Der Test Bestaubungskammer Photo Sensor Factory Diagnostik Bildschirm ist in Abbildung sehen 47.

Abbildung 47: Test der Bestaubungskammer Photosensoren

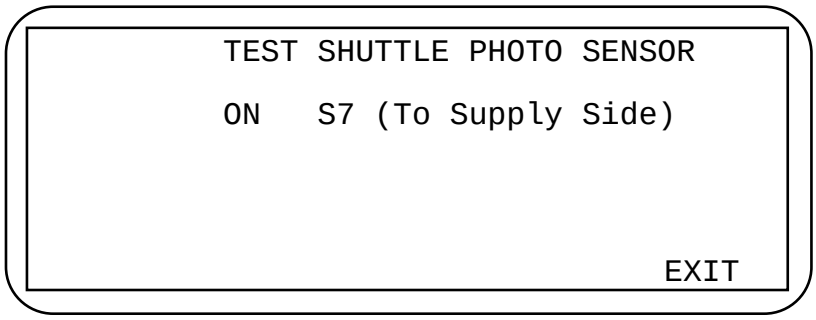


Dieser Test erlaubt dem Benutzer mit den Tasten ‘Up’ und ‘Down’ den Bestaubungskammermotor einzuschalten und die Sensoren S4 und S5 zu testen.

TEST SHUTTLE PHOTO SENSOR – FABRIK DIAGNOSE

Der Test Shuttle Photo Sensor Fabrik Diagnose Bildschirm ist Abbildung 48 zu sehen.

Abbildung 48: Test des Shuttle Photosensor

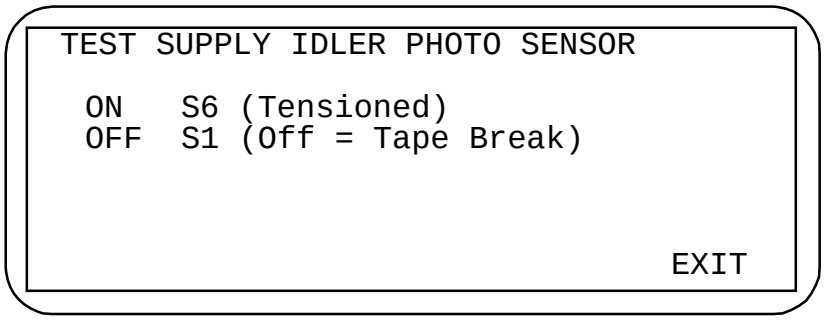


Dieser Test erlaubt dem Benutzer den Filterbandtansport „Shuttle“ Sensor durch die Anzeige des S7 Ausgangs zu testen. Hier gibt es keine Motorsteuerung, für diesen Test muss man den Shuttle an den Transportrollen manuell bewegen.

TEST DES PHOTOSENSORS DER VORRATSSPANNROLLE - FACTORY DIAGNOSTIC

Der Test Bildschirm ist in Abbildung 49 gezeigt.

Abbildung 49: Test des Photosensors der Vorratsspannrolle



Mit diesem Test kann man den Sensor der Vorratsspannrolle manuell testen indem man die Vorratsspannrolle vorsichtig hin und herbewegt.

TEST DES PHOTOSENSORS DER TRANSPORTWALZE - FACTORY DIAGNOSTIC

Der Test zugehörige Factory Diagnostik Bildschirm ist in Abbildung 50 gezeigt.

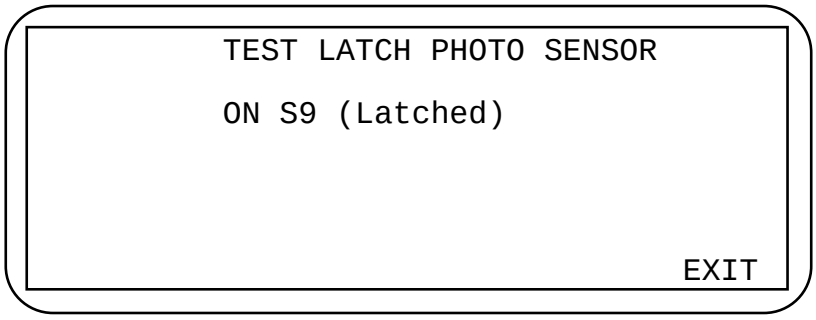
Abbildung 50: Test des Photosensors der Transportwalze

Mit diesem Test wird die Transportwalze die die Bewegung des Bandes kontrolliert geprüft, ohne dass die Motoren der Vorratsrolle und der Aufwickelrolle arbeiten. Mit der Tastatursteuerung ist ein Transport in beide Richtungen ist möglich.

TEST DES SICHERUNGSHEBEL PHOTOSENSORS - FACTORY DIAGNOSTIC

Der Sicherungshebel Photosensor Factory Diagnostik Bildschirm ist in Abbildung 51 gezeigt.

Abbildung 51: Test des Sicherungshebel Photosensors

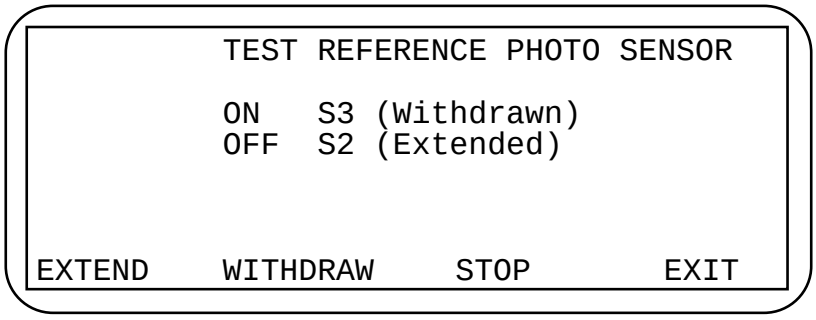


Bei diesem Test müssen Sie die Gummitransportwalzen anheben und mit dem Sicherungshebel arretieren. Der Schaltzustand sollte sich dann wie in Abb. 51 in (on) ändern. Wenn sie den Hebel wieder öffnen sollte off angezeigt werden.

TEST DES SENSORS DER REFERENZMEMBRAN - FACTORY DIAGNOSTIC

Der Test Bildschirm ist in Abbildung 52 gezeigt.

Abbildung 52: Test des Sensors der Referenz Membran



Mit diesem Test werden die Extended' und 'Withdrawn' Membransensoren durch die Aktivierung des nun tastaturgesteuerten Referenz Membran Motor überprüft.
EXTEND wird versuchen die Referenz Membran soweit wie möglich einzufahren.
WITHDRAW wird versuchen die Referenz Membran soweit wie möglich zurückzuziehen.
STOP schaltet den Motor aus.

7.11 Untermenü „HEATER" zum Testen der Probenahmeheizung

Dieser Test überprüft die Filter RH und die Filtertemperatur Sensoren der Smart Probenahmeheizung (BX-827/BX-830).

Das HEATER Menü ist in Abbildung 53 abgebildet.

Abbildung 53: Der HEATER Bildschirm - RH

```
Heater Test

Calibration: RH
Pt  APDA    Ref    Save
1  xxx.x  xxx.x  xxx.x %        Save(F1)
2  xxx.x  xxx.x  xxx.x %        Save(F4)

Calibrate Heater ON    Default   Exit
```

Dieser Bildschirm ist zur Kontrolle und Einstellung des Filter RH Sensors. Der Bildschirm für den Filtertemperatursensor ist unten gezeigt.

Abbildung 54: Der HEATER Bildschirm - Temperatur

```
Heater Test

Calibration: Temperature
Pt  APSA    Ref    Save
1  xxx.x  xxx.x  xxx.x C        Save(F1)
2  xxx.x  xxx.x  xxx.x C        Save(F4)

Calibrate Heater ON    Default   Exit
```

Diese Bildschirme werden zur Kontrolle und Kalibrierung der Filter Sensoren genutzt.

Calibration: Wähle den Sensor zur Kalibrierung (RH oder Temperatur) mit den Pfeiltasten aus.

PT: Abkürzung für Punkt. Jeder Sensor kann an zwei Punkten kalibriert werden.

APDA: Dies ist der aktuell gemessene Wert der vom APDA-371 für den ausgewählten Sensor gemessen wurde.

Ref: In dieses Feld wird der gemessene Referenz Wert eingegeben um den ausgewählten Sensors zu kalibrieren.

Save: Hier werden die Messwerte der Referenz und des APDA gespeichert um später die neue Steigung der Kalibriergeraden berechnen zu können. Der Speicherbefehl wird durch die F1 oder F4 Taste gegeben.

Calibrate: Wenn 1 oder 2 Punkte eingegeben und gespeichert wurden, re-kalibriert dieser Befehl die Sensoren entsprechend des durch den Benutzer eingegebenen Referenz Wertes.

Heater ON: Mit diesem Befehl wird der die Heizung eingeschaltet um die korrekte Funktion zu überprüfen.

Default: Mit diesem Befehl werden die Fabrik Einstellungen der gewählten Sensoren wiederhergestellt.

Sensorüberprüfung – Entfernen Sie das Probenahmerohr vom APDA-371 Lufteinlass. Schalten sie die Pumpe im TEST/PUMP Bildschirm für ca. 10 Minuten an. Hiermit werden die interne Temperatur und die relative Feuchte RH mit der Gehaeusetemperatur und Feuchte ausgeglichen. Nutzen Sie das Referenzmessgerät um sicherzustellen dass die Messungen mit den Spezifikationen übereinstimmen. Die Temperatur sollte nicht mehr als 1 Grad von der Referenz abweichen. Die RH sollte nicht mehr als 5 % von der Referenz abweichen.

Calibrate – Die Sensoren müssen hierzu ausgebaut werden. Beginnen Sie mit dem Entfernen der 12 Schrauben der Abdeckung oben und an der Seite der APDA-371. Als nächstes entfernen Sie das schwarze Kupplungsstück mit den 3 separaten Anschlüssen in dem sich die Sensoren befinden aus der Vakuumleitung. (Die Verbindung ist auf der Rückseite des Transportteils zwischen den 2 schwarzen Motoren) Zum Ausbau muss man auf den Haltering der Vakuumkupplung drücken und dann das Kupplungsstück aus der Kupplung herausziehen. Dies ist dasselbe Prinzip wie der Anschluss der vakuumleitung der pumpe auf der Rückseite des APDA-371. Sobald die Sensoren ausgebaut sind können sie entsprechend der Kalibrierprozedur neu kalibriert werden.

HORIBA empfiehlt eine Einzelpunkt Kalibrierung für den RH Sensor durch den Vergleich des APDA-371 Wertes mit einer Referenzmessung. Geben Sie den Referenz Wert in Zeile 1 „Ref value“ ein, speichern (F1) und kalibrieren Sie. HORIBA empfiehlt dann eine 2 Punkt Kalibrierung für den Temperatur Sensor. Vergleichen Sie den Referenzmesswert mit dem Wert des APDA-371 Sensors bei Zimmertemperatur. Nach einer Äquilibrierungs Periode tragen Sie den Referenz Wert in Zeile 1 im „Ref“ Feld ein und speichern. Legen Sie nun den Referenz Sensor und den APDA-371 Sensor in Eiswasser. Danach tragen Sie den Eiswasser Referenzwert im „Ref“ Feld der Zeile 2 ein, speichern und kalibrieren Sie.

8 KOMMUNIKATION

8.1 Analog Ausgabe

Der analog Ausgang des APDA-371 ist einstellbar entweder für optisch entkoppelten Spannungsausgang (0-1 Vdc oder 0-10 Vdc) oder für optisch entkoppelten Ausgangsstrom (4-20 oder 0-16 mA). Auf der Rückseite kann man die Einstellungen mit einem Schiebeschalter vornehmen. Der Vollausschlagswert für beide Ausgangseinstellungen wird bestimmt durch den im INTERFACE SETUP Bildschirm eingestellten Messbereich.

SW1 OFF = 0-1 Vdc
SW1 ON = 0-10 Vdc

SW2 OFF = 0-16 mA
SW2 ON = 4-20 mA

Anmerkung: SW3 und SW4 werden nicht gebraucht.

Fehlermeldung, Analoge Ausgabe

In manchen Fällen ist es wünschenswert die Fehlermeldung unmittelbar am Ausgabekanal zu sehen. Diese Art der der Fehlerindikation wird genutzt wenn die Datenaufzeichnung auf nur einen Spannungskanal limitiert ist. Wird einer der ausgewählten Fehler im Gerät registriert wird der Konzentrationsausgang auf Vollausschlag eingestellt. Die Fehler die auf diese weise gemeldet werden können über eine Liste eingestellt werden Siehe Abschnitt 4.16. Tritt ein Fehler auf, geht zwar das Analogausgangssignal auf Vollausschlag aber der digitale Messwert bleibt unverändert und kann zu einem späteren Zeitpunkt über die Anzeige oder die RS-232 Verbindung abgerufen werden.

8.2 Fernsteuer- und Fehlerrelais

Auf der Rückseite des APDA-371 findet man zusätzlich Anschlüsse für die Fernsteuerung und verschiedene Fehlerrelais. Hiermit lässt sich eine Fernsteuerung optimal gestalten. Das APDA-371 kann auf einem synchronen Weg mit externen Datenerfassungsgeräten genutzt werden. Typischerweise wird das Datenerfassungsgerät einen Kontakt zur Verfügung stellen der am Anfang der Stunde einen neuen Messzyklus beginnt. Für die Meldung und Aufzeichnung stehen mit dem APDA-371 fünf Relais zur Verfügung:

1. Filterbandriss/Störung
2. Volumenstrom Fehler
3. Daten Fehler
4. Wartungsfehler/Meldung
5. Stromausfall

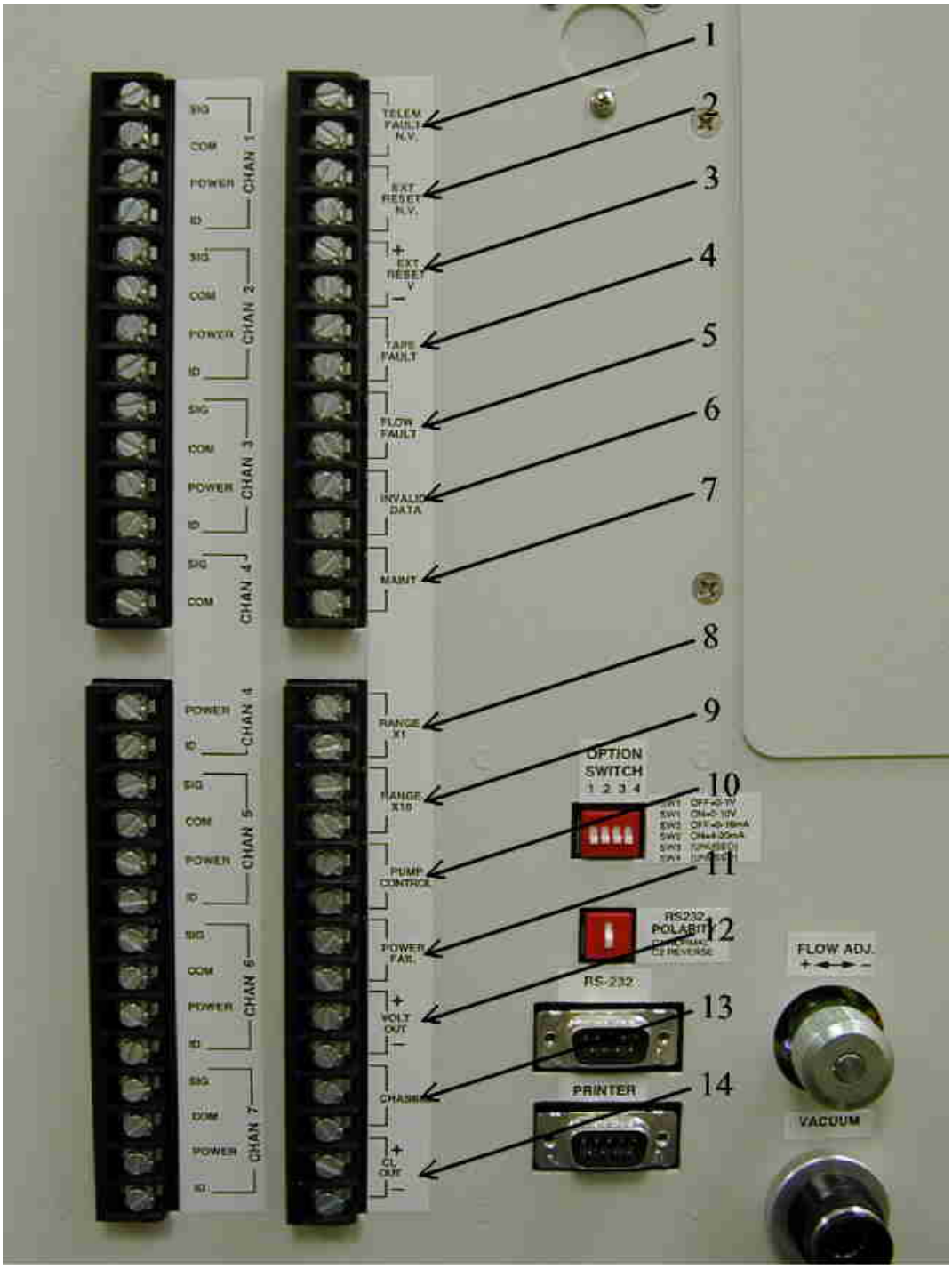
Wenn es während eines Messzyklus zu einem Fehler kommt, wird folgendes passieren:

1. Fehlermeldung wird gedruckt
2. Das betroffene Fehlerrelais wird aktiviert (geschlossen).

3. ERROR wird blinkend in der Status Zeile des LCD Bildschirms angezeigt.
4. Der analoge Ausgang wird auf Vollausschlag gesetzt (Siehe Abschnitt 4.16).

ANMERKUNG: Die Fehlermeldungen werden zu jeder vollen Stunde oder aber wenn der Messzyklus unterbrochen wird zurückgesetzt.

Abbildung 55: Anschlussverbindungen zur Fernsteuerung



1. TELEM FAULT NV (Fernsteuer Störung, Schaltkontakt)
   Das Störungseingangssignal deutet darauf hin dass das Fernsteuerungs- System nicht funktioniert. Das Gerät wird mit der internen Uhr weitermessen. Der Eingang ist

ein Schaltkontakt. Die Polarität des Signals (schließen oder öffnen) kann im SETUP>INTERFACE Bildschirm, Abschnitt **4.18**. eingestellt werden. Liegt eine Fernsteuerungsstörung vor, wird das Gerät eine Fehlermeldung speichern, der Ablauf und die Datenerfassung werden fortgesetzt. Die Statusanzeige wird auf den Fehler hinweisen. Diese Störung führt zur Aktivierung des Daten Fehler Relais. Dazu muss das Fehlersignal für mindestens 2 Sekunden angelegen haben.

2. EXT RESET NV (Externer Messzyklusstart, Schaltkontakt)
3. EXT RESET V (Externer Messzyklusstart, Spannungseingang)

   Das APDA-371 akzeptiert ein externes Startsignal für den Messzyklus. Es gibt 2 verschiedene Eingänge verfügbar auf der Rückseite: Spannung oder Schaltkontakt. Das Startsignal muss für mind. 2 Sekunden anliegen. Die Polarität des Signals kann im SETUP>INTERFACE Bildschirm, Abschnitt **4.18**. eingestellt werden. Auch in Abschnitt 4.18 wird das Startsignal beschrieben.

4. TAPE FAULT (Relais, normal offen)

   Weist auf einen Filterbandfehler hin, wie z.b. ein gerissenes Band, Band Spannung, oder ein Transportwalzenfehler.

5. FLOW FAULT (Relais, normal offen)

   Weist auf darauf hin dass der Luftdurchfluss außerhalb der eingestellten Grenzwerte ist. Diese Begrenzungen werden im ERRORS Bildschirm of Abschnitt **4.16** eingestellt.

6. INVALID DATA (Relais, normal offen)

   Wird aktiviert wenn: der Druckverlust größer als 460 mm-Hg (300 Torr) ist.

7. MAINT (Relais, Wartung)

   Ein normal offener Schaltkontakt wird aktiviert wenn der Messzyklus beendet oder das Gerät im SETUP, TEST oder TAPE Bildschirm ist. Das Relais wird auch aktiviert wenn das FORCE MAINT Feld eingeschaltet ist. (Siehe SETUP>INTERFACE Bildschirm, Abschnitt **4.18**).

8. RANGE X1

   Das Messbereichs Relais zeigt an das sich das Gerät im in SETUP>INTERFACE Bildschirm eingestellten Messbereich befindet; dieses Mesbereichsrelais kann nur den normalen Messbereich von 0-1.000-mg/m3 anzeigen. Wenn die Messbereichseinstellung einen anderen wert hat wird das X10 Relais aktiviert. Diese Funktion dient dazu eine korrekte Einstellung des Messbereiches entsprechend der US EPA Eignung sicherzustellen.

9. RANGE X10

Das Messbereichs Relais X10 zeigt an das sich das Gerät in einem anderen Messbereich als 0-1.000 mg/m^3 befindet. Mit einer speziellen Firmwareversion kann hier auch eine Messbereichsumschaltung angezeigt werden.

10. PUMP CONTROL

Anschluss der Signalleitung zur Steuerung der Vakuumpumpe.

11. POWER FAIL (Stromausfall, Schaltkontakt)

Wenn die +5V Versorgung unter einen definierten Wert fällt wird der Schaltkontakt geschlossen. Der Kontakt wird geöffnet sobald das Gerät eingeschaltet wird. Kommt es zu einer Störung wird die Verbindung wieder geschlossen.

12. VOLT OUT

Siehe Abschnitt 8 für Optionen und Details.

13. CHASSIS

Erdanschlüsse

14. CL OUT (CURRENT LOOP OUT)

Siehe Abschnitt 8 für Optionen und Details.

8.3 RS-232 Datenübertragung

Drucker, Computer und Modems können mit der RS-232 verbunden werden.

Serielle Schnittstelle #1 kümmert sich um den Datentransfer und um den Operationsstatus. Diese Schnittstelle wird häufig genutzt zur Fernbedienung. Zur Erleichterung gibt es einen Schalter für die Modem- oder Computerauswahl. Der Schalter und die Verbindungen sind auf der Rückseite zu finden. Aufgenommene Daten können abgerufen werden durch den RS-232 Seriellen Anschluss für die Nutzung mit einem PC (Abschnitt 8.4), einem Daten Transfer Modul (Abschnitt 8.7), oder einem Modem (Abschnitt 8.5).

Serielle Schnittstelle #2 ist lediglich zur Ausgabe gedacht und kann mit einem Seriellen Drucker oder einem Computer genutzt werden. Die Ausgabe kann entweder als Datum, Uhrzeit und Messdaten oder in eines von drei Diagnose Ausgabeformaten (siehe Anhang D, Befehl a) gesetzt werden.

Software Pakete zur RS232 Datenaufzeichnung sind z.B. AutoMet Report, Air Plus und MicroMet Plus.

Das APDA-371 kann auch mit einfacher Monitor Software genutzt werden, um entweder Daten abzurufen, oder die Stationsparameter zu setzen. Spezielle Kommunikations-Funktionen beinhalten das Setzen des Datums und der Uhrzeit, das Löschen des APDA-371 Speichers, binäres Herunterladen von Daten, und die Fähigkeit die momentanen Einstellungen des APDA-371 anzuzeigen. Jede einfache PC-Verbindung oder Terminal-Programm kann zur Systemanzeige oder zum Sammeln von aufgezeichneten Daten genutzt werden.
Zugang zum APDA-371 ist eine einfache durch Menüs gesteuerte Schnittstelle. Durch das Menü können Reports direkt in ASCII Form angezeigt werden. Siehe auch Abschnitt 8.6 für Details über die Menü-Führung. Um die RS-232 Verbindung mit dem APDA-371 zu prüfen, drücken Sie die <Enter> Taste bis die Anzeige „*“ der Befehlseingabe erscheint. Falls das Sternzeichen nicht erscheint prüfen Sie die Verbindungskabel und die Einstellungen der RS232 Schnittstellen.

Anmerkung: Der LCD Bildschirm des APDA-371 wird nicht funktionieren wenn die Kommunikation über die RS-232 Schnittstelle aktiv ist. Wenn der Benutzer das APDA-371 lokal nutzt und die Anzeige befindet sich in einem der Untermenüs, die RS-232 Schnittstelle ist inaktiv. Das heißt, das APDA-371 sollte immer auf dem Hauptmenü bleiben, wenn eine RS-232 Kommunikation erwartet wird

ANMERKUNG: Es gibt keinerlei Kommunikation zwischen dem PC und dem APDA-371 bis das Hauptmenu angezeigt wird

8.4 Direkte Verbindung zum PC

Das APDA-371 kann leicht mit einem Standard PC verbunden werden, der freie RS-232 Schnittstellen (COM1 to COM4) zur Datenkommunikation hat. Verbinden Sie einfach den RS-232 Ausgang des APDA-371 mit dem RS-232 Datenkabel auf den neunpoligen Stecker der RS-232 COM Schnittstelle des Computers. Wenn der Computer noch ältere 25 polige Stecker hat, verwenden Sie einen 9 auf 25-poligen Adapter.

ANMERKUNG: APDA-371 braucht 9600 Baud, 8 bit, no parity, one Stopp bit (9600 8N1).

VORSICHT—Verwechseln Sie nicht den parallelen Druckerausgang oder Video Anschluss-verbindungen des Computers mit der RS-232 Schnittstelle. Wenn sie mit diesen verbinden können Sie Ihren Computer oder angeschlossene Geräte beschädigen. Im Zweifelsfall sehen Sie im Handbuch des Computers nach oder fragen Sie Ihren Computerlieferanten bevor Sie irgendwelche Verbindungen machen.

Um die RS-232 Verbindung zum APDA-371 zu prüfen, drücken Sie die <Enter> Taste in Ihrem Terminal Programm bis das APDA-371 mit dem Sternzeichen „*“ antwortet. Wenn nicht überprüfen Sie die Anschlußkabel und die Einstellungen Ihrer Datenübertragungs-verbindung. Wenn Sie immer noch nicht mit dem Gerät kommunizieren können, schalten Sie den Schiebeschalter auf der Geräterückseite in die andere Schaltposition. (Schalter ist direkt neben der Schnittstelle oberhalb des 9 poligen Anschlusses).

8.5 Verbindung mit einem Modem

Schließen Sie das HORIBA Modem and Serienanschluss #1 and. Anmerkung: der Polarieteten Schalter muss korrekt eingeschaltet sein. Kommt die Kommunikation nicht zustande verändern Sie die Position des Schalters. Um eine zuverlässige Kommunikation zu gewährleisten ist es sehr empfehlenswert das HORIBA Modem so zu nutzen, wie es gedacht ist.

Wenn Sie eines der HORIBA Datenaufzeichnungsprogramme wie z.B. MicroMet Plus oder MicroMet AQ nutzen brauchen Sie nur die Telefonnummer des Aufstellungsortes in dem Einschalt Menü des Programms eintragen. Es steht eine benutzerfreundliche grafische Windows Oberfläche für die Kommunikation und Datenerfassung der APDA-371 zur Verfügung. Es können auch mehrere Telefonnummern eingegeben werden um mit verschiedenen Orten zu kommunizieren.

Wenn Sie mit einem Terminal Programm wie z.B. Windows 3.1X TERMINAL kommunizieren oder Sie nutzen das WIN95 Programm HYPERTERMINAL haben Sie die Einstellungen für das Modem schon in Ihrem Computer vorgenommen. Möglicherweise ist es nötig die Baud rate auf 9600 mit 8 Daten bits, keiner Parität und einem Stopp bit zu verändern. Nutzen Sie das Terminal Programm oder die internen Wählkommando-sequenzen anderer Kommunikationspakete um die APDA-371 anzuwählen. Um die RS-232 Verbindung sicherstellen zu können, drücken Sie die <Enter> Taste bis die Anzeige der Befehlseingabe erscheint. Wenn nicht prüfen Sie die Verbindungseinstellungen und das Anschlusskabel. Ist die Verbindung zur APDA-371 einmal hergestellt gibt es eine einfache Menügesteuerte Schnittstelle. Mit dem Menü können Ausgaben direkt in ASCII Format angezeigt werden.

8.6 RS232 - Menüsystem

Um die RS-232 Verbindung zum APDA-371 zu prüfen, drücken Sie die <Enter> Taste in Ihrem Terminal Programm bis das APDA-371 mit dem Sternzeichen „*“ antwortet. Wenn nicht überprüfen Sie die Anschlußkabel und die Einstellungen Ihrer Datenübertragungsverbindung

Wenn Sie immer noch nicht mit dem Gerät kommunizieren können, schalten Sie den Schiebeschalter auf der Geräterückseite in die andere Schaltposition. (Schalter ist direkt neben der Schnittstelle oberhalb des 9 poligen Anschlusses).

Lassen Sie das System Menü anzeigen durch die “?” oder "H" Tasten. Das folgende Menü sollte erscheinen:

```
* H
---------------------------------------
|   > APDA-371 <     System Menü      |
---------------------------------------
```

Wählen Sie eines der folgenden Optionen:

0 – None (Keine)
1 - Display Current Day Data (Anzeige der Daten von heute)
2 - Display All Data (Anzeige aller Daten)
3 - Display New Data (Anzeige der neuesten Daten)
4 - Display System Configuration (Anzeige der Systemkonfiguration)
5 - Display Date / Time (Anzeige des Datums und der Zeit)
6 - CSV File Output (CSV Datei Ausgabe)
    2 - All Data (alle Daten)
    3 - New Data (neue Daten)
7 - Display last 100 errors (Anzeige der letzten 100 Fehlermeldungen)
8 - Display > APDA-371 < Utility Commands (Anzeige > APDA-371> Sonderbefehle)
9 - Display Pointers (Anzeige der Datenzeiger)

Drücken Sie <Enter> um die Auswahl zu verlassen

*

Die Funktionen können auch durch die Betätigung der Nummerntasten ausgeführt werden. Siehe Anhang C für Details.

Die Sonderbefehle für binare Datentransfer und Wartung werden erreicht durch die Nummer „8“
Siehe Anhang C für Details.

* 8
 > APDA-371 < Sonderbefehlsmenü:

ASCII Befehle:

c - Datenspeicher löschen, (Passwort erforderlich)
d - Datum einstellen (Passwort erforderlich)
e - Anzeige der Hex EEPROM Werte
f - Werkskalibrierungs Tests
h,H,? - Anzeige > APDA-371 < System Menü
i - Anzeige ID Werte
m - Anzeige Hex Daten Speicher Werte
p - Ändern Modem Pointer
q - Anzeige Station ID
t - Zeit einstellen (Passwort erforderlich)

BINARY Befehle:

b - XMODEM Download von Daten
r - XMODEM Download von Echt Zeit Werten
x - XMODEM Download von EEprom Werten

*

8.7 Transfer Modul für RS232 Daten

Bitte lesen Sie im Universal Transfer Modul Bedienungsanleitung P/N UX-961-9800 weiter.

9 FEHLERSUCHE

9.1 Problem Index

Mit dem einfachen 5-Schritt Test kann man die meisten Probleme der APDA-371 ermitteln. Dieser Test wird den Benutzer zum Problem und zur Lösung führen. Lesen Sie bitte über den Selbst Test im Abschnitt 4.9.

9.1.1 Der Bildschirm funktioniert nicht

Zunächst einmal ist sicherstellen dass der Stecker richtig steckt und dass der Rückschalter eingeschaltet ist (ON). Überprüfen Sie die Sicherungen des Schalters.

Möglicherweise erlaubt die Kontrasteinstellung nicht dass man die Bildfläche sieht, ändern Sie den Kontrast (die Taste ist auf der linken Vorderseite der APDA-371 zu finden, eine Taste mit einem schwarz weißen Kreis.).

9.1.2 Das Gerät scheint nicht zu funktionieren

Wird das APDA-371 Gerät gestartet beginnt ein neuer Messzyklus dann wenn die interne Uhr bei 00 Minuten steht (am Anfang der Stunde). Bis dahin wird das Gerät nichts tun. Stellen sie sicher dass entweder das Haupt- oder eines der Bedien Menüs eingestellt ist. Mit dem „EXIT“ Befehl kann man sich vergewissern dass „OPERATE ON“ angezeigt ist. Wenn dem nicht der Fall ist gehen Sie bitte zu Abschnitt 4.10 um neu zu starten.

9.1.3 Es macht “Piep” Töne

Das APDA-371 Gerät sendet akustische Signale (Piep Töne) wenn das Gerät eigentlich laufen sollte aber einen Fehler aufweist. Ist das Gerät allerdings im Einstell- oder Testmodus wird es keine „Piep“ Töne geben. Piep Töne wird man hören, wenn das Gerät entweder in einem der Operate Bildschirme oder im Hautmenü ist und wenn „OPERATE OFF“ gesetzt ist oder wenn „OPERATE ON“ gesetzt ist und ein Fehler vorliegt.

9.1.4 Der Selbsttest wird nicht richtig absolviert

Anmerkung: Lesen Sie bitte im Anhang G mehr dazu.

9.1.5 Der Analogausgang ist ständig auf Vollausschlag

Der Analogausgang ist ständig auf Vollausschlag. Die Fehlersteuerung des analogen Ausgangs ist eingestellt und führt dazu dass der Ausgang voll ausgeschlagen wird wenn ein Fehler vorliegt.
Benutzen Sie die „Recall Error“ Funktion im Abschnitt 4.16 und 5.2.

9.2 Fehlersuche

Eine einfache Hilfe zur Fehlersuche finden Sie in Tabelle 6.

Tabelle 6: APDA-371 Fehlersuchanleitung

Symptom	Testpunkt	Mögliche Ursache	Fehlerbehebung
Lässt sich nicht einschalten	Netzschalter Kabel/Stecker Sicherung F1 Steckdose Schalter	Schalter “OFF” Lockere/Defekte Sicherung, durch Haupt Schalter Kein Strom	Einschalten “ON” Noch einmal installieren Ersetzen Zurücksetzen Schalter Ersetzen
Vakuum Pumpe funktioniert nicht	LCD (Haupt Menü) Kabel	Nicht im Operation Mode Schwache Verbindung	Gerät einschalten Verbindung sichern
Gerät eingeschaltet, nichts passiert	Leiterplatte am Verbindungsstecker	Verbindung locker	Noch einmal aufstecken
Filterband bewegt sich nicht	Transportwalze	Gummiwalzen arretiert	Sicherungshebel entriegeln
Filterband kräuselt sich am Rand	Transportwalze Aufwickelrolle Filterband falsch eingelegt	Fehljustage Fehlender Spulenkern Falsches Handling	Filterband neu einlegen Spulenkern Installieren Richtiges Handling
Zerrissenes Filterband und gestanztes Filter	Sensor für Shuttle Bewegung auf der Rückseite des Transports	Loses Kabel kann Transport blockieren	Blockade entfernen Sensor ersetzen
Motor hält nicht an vorgesehener Position	Transportwalze, Bestaubungskammer, Ref. Membran	Defekter Photosensor	Ersetzen
“Corona” am Rand des Filterflecks	Filterflecken Bestaubungskammer Bestaubungskammer dichtfläche	Verschmutzter Lufteinlass oder lockere Bestaubungskammer, Filterbandabrieb in Bestaubungskammer	Reinigen des Lufteinlasses, befestigen Abrieb entfernen
Luftdurchsatzfehler	PM_{10} Lufteinlass Sammelstelle Vakuum Pumpe	Schlauch undicht Kohleflügel verbraucht	Kohleflügel ersetzen

Zählt nicht	LCD, Zähltest	Detektor of HVDC Beta	Ersetzen Öffnen

		Ausgangspunkt 3150-1 circuit board, HV Threshold	Baugruppe ersetzen
Hohe Konzentrations-Werte	Lufteinlass, Bestaubungskammer	Kondensiert	Probenahme heizung einschalten
Hoher Referenz Membran Werte	Membrane Halter	Bewegung verhindert	Service anrufen
Zeit nicht korrekt nach Ausschalten	LCD, Haupt Menü	3230-4 CPU	Batterie ersetzen
Schlechter Druck	LCD, Operation Mode	3250-1 Schnittstelle	Korrigiere jumps

10 WARTUNG UND KALIBRIERUNG

10.1 Empfohlene regelmäßige Wartung

10.1.1 Regelmäßige Funktionstests

1. Überprüfung der Datenaufzeichnung. Vergleichen Sie den aktuell aufgezeichneten Wert mit dem am APDA-371 im LCD Display angezeigten Konzentrationswert. Die Werte sollten innerhalb von 2 ug/m3 übereinstimmen.
2. Überprüfen Sie ob Fehler aufgetreten sind. Stellen Sie sicher, das das APDA-371 Gerät im Hauptmenü ist (Drücken sie die EXIT Softwarefunktionstaste so lange bis Sie kein „EXIT“ mehr sehen). Drücken Sie dann die F3 Taste. Nun bekommen Sie die letzten 10 Fehlermeldungen die das APDA-371 aufgezeichnet hat zu sehen. Überprüfen Sie welche oder ob Fehler auftraten und entscheiden Sie ob Maßnahmen zur Fehlerbehebung notwendig sind. Siehe hierzu Abschnitte 4.16, 5.2, und 9.2.

10.1.2 Monatliche Tests

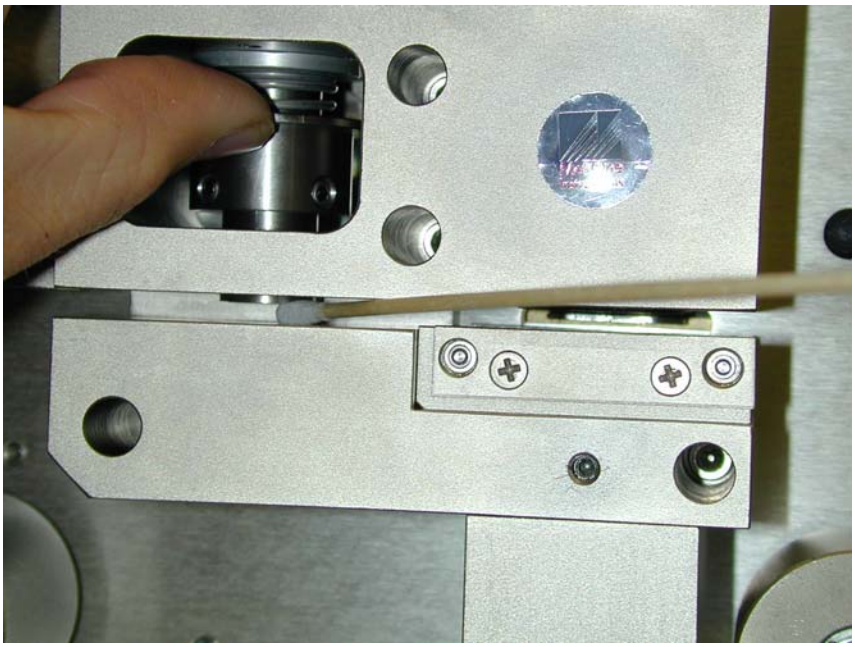
1. Führen Sie einen Test der Luftdurchflussrate durch und stellen Sie sicher dass der angezeigte Volumenstrom korrekt ist. Die Luftdurchflussrate sollte ohne PM 10 Lufteinlass und mit dem Testadapter aufgesteckt durchgeführt werden. Wenn der Volumenstrom um mehr als +/-3% abweicht ist eine Rekalibrierung notwendig. Detaillierte Hinweise hierzu finden Sie in Abschnitt 6 dieses Handbuchs.
2. Optische Prüfung. Öffnen Sie die Fronttür des APDA- 371. Prüfen Sie ob noch genügend Filterband auf der Vorratsrolle vorhanden ist. Eine Filterbandrolle reicht etwa für 2 Monate. Überprüfen Sie ob Sie Kondensationen in der Nähe der Sammelzone oder auf dem Filterband sehen. Reinigen Sie das Innere des Gerätes falls sich dort Staub angesammelt hat. Entfernen Sie auch Staub von der Oberseite des Gerätes.

10.1.3 Zwei (2) Monatsintervalle

1. Erneuern Sie das Filterband. Siehe hierzu Abschnitt 4.7.
2. Reinigen Sie den PM10 Lufteinlass. Der BX-344 Reinigungssatz beinhaltet alle notwendigen Teile um den PM10 Lufteinlass zu reinigen. Zum Reinigen müssen Sie den PM10 Lufteinlass vom Probenahmerohr entfernen und auseinanderschrauben. Zerlegen Sie den PM10 Lufteinlass und reinigen Sie ihn mit einem fusselfreien Tuch. Stellen Sie sicher, dass alle O-Ringoberflächen in einwandfreiem Zustand sind und die Teile korrekt wieder zusammengesetzt werden. Falls Sie beschädigte O-Ringe haben finden Sie in Abschnitt 10.3 eine Liste der Ersatzteile.
3. Reinigen Sie das PM2.5 SCC Zyklon. Zur Reinigung muss der PM2.5 SCC Lufteinlass ebenfalls vom Probenahmerohr entfernt und zerlegt werden. Schrauben Sie den SCC Lufteinlass auseinander und reinigen Sie die Teile mit einem fusselfreien Tuch. Stellen Sie sicher, dass alle O-Ringoberflächen in einwandfreiem Zustand sind und die Teile korrekt wieder zusammengesetzt werden. Falls Sie beschädigte O-Ringe haben finden Sie in Abschnitt 10.3 eine Liste der Ersatzteile.
4. Reinigen Sie die Bestaubungskammer und die Bestaubungskammerumgebung. In der Bestaubungskammer des APDA-371 können sich Teile des Filterbandes an einer oder mehreren Stellen ansammeln. Diese Ansammlungen können schließlich

dazu führen, dass Löcher in das Filterband gestanzt werden oder dass das System nicht mehr richtig abdichtet und Fehlluft zieht. Die Auswirkungen des Gestanzten Filterbandes können fehlerhafte meist negative Konzentrationswerte und falsche Luftdurchflussraten sein. Die Bestaubungskammer und das Filterbandstützgitter sollten jedes mal wenn das Filterband gewechselt wird gereinigt werden. Abbildung 56 zeigt wie die Bestaubungskammer zu reinigen ist.

Abbildung 56: Reinigung der Bestaubungskammer



Erforderliche Werkzeuge – Wattestäbchen, Taschenlampe und Isopropyl Alkohol.
Entfernen Sie das Filterband aus dem APDA-371 siehe Seite 30 des Handbuchs. Schließen Sie die Bestaubungskammer. Im APDA-371 Hauptmenü drücken Sie hierzu die Taste „TEST“. Im TEST Menü wählen Sie „PUMP’ und dann „MOVE NOZZLE“ um die Bestaubungskammer abzusenken. Heben Sie nun die Bestaubungskammer indem Sie sie mit dem Daumen gegen den Federdruck wie im Bild gezeigt nach oben drücken. Legen Sie ein in Isopropyl Alkohol getränktes Wattestäbchen unter den Rand der Bestaubungskammer und lassen Sie Bestaubungskammer auf das Wattestäbchen herab. Drehen Sie nun die Bestaubungskammer langsam um die eigene Achse. Acht bis zehn Umdrehungen sollten genügen um die Bestaubungskammer zu reinigen. Das Filterbandstützgitter (das ist das Drahtkreuzgitter welches sich unter dem Filterband in der Bestaubungskammer befindet und Kontakt mit dem Filterband hat) muss ebenfalls gereinigt werden. Im TEST/PUMP Bildschirm heben Sie die Bestaubungskammer wieder mit dem Motor an. Das Stützgitter kann durch den Lufteinlass mit Hilfe einer Taschenlampe inspiziert werden, wenn Sie das Probenahmerohr entfernen. Benutzen Sie ein scharfes/spitzes Werkzeug (z.B. Zahnarzt Sonde) um vorsichtig von dem Drahtgitter jegliche Rückstande von Filterband zu entfernen. Reinigen Sie auch den Rand des Stützgitters. Abschließend reinigen sie das gesamte Gitter mit einem Wattestäbchen getränkt in Isopropyl Alkohol.
Anmerkung: Bitte achten Sie darauf dass das Wattestäbchen zwar feucht aber nicht tropfnass vom Alkohol ist.

10.1.4 Halbjährliche Arbeiten

1. Wechseln Sie den Schalldämpfer der Pumpe. Dies ist ein wichtiger Schritt um die Lebensdauer der Pumpe zu verlängern. Finden Sie heraus welche Pumpe Sie haben und suchen Sie im Abschnitt 10.3 des Handbuchs die passende Ersatzteilnummer heraus.
2. Vollständige Kalibrierung der Volumenstrommessung. Kalibrieren Sie zuerst den Umgebungstemperatursensor, den Luftdrucksensor und dann den Massendurchflussmesser wie in Abschnitt 6 angegeben. Anmerkung: Je nach Konfiguration des APDA- 1020 wird ein Temperatursensor eventuell nicht benötigt.

10.1.5 Ein bis zweijährige Wartungsarbeiten

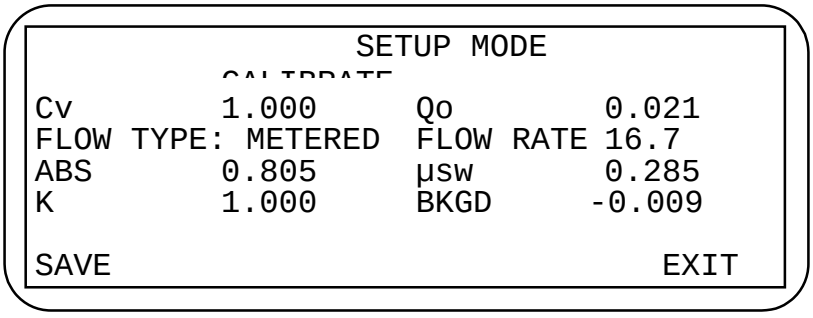
1. Prüfen und/oder ersetzen sie die Kohleflügel der Vakuumpumpe. Falls Sie eine geräuscharme Medo Pumpe, diese ist wartungsfrei.
2. Reinigen Sie das Probenahmerohr. Siehe hierzu BX-341 Option.

10.2 Kalibrier Einstellungen

Die Kalibrierung wird im Herstellerwerk durchgeführt, bitte verändern Sie die Kalibriereinstellungen nicht ohne ausdrückliche Information über neue Einstellungen von HORIBA erhalten zu haben. Die beiden Variablen zur Volumenstromkalibrierung Cv und Qo können entsprechend der Hinweise in Abschnitt 6 geändert werden.

Wenn Sie festgestellt haben das Einstellungen geändert werden müssen sollten sie das Menü SETUP, Untermenü CALIB benutzen um die neuen Werte einzugeben.
Nochmals bitte nicht ohne Information vom Hersteller verändern. Zum Beispiel würde mit einem neuen Detekorsystem Einstellinformation geliefert werden und diese würde dann eine Eingabe in dem Hersteller Kalibrier Bildschirm gezeigt in Abbildung 57 erfordern.

Abbildung 57: Hersteller Kalibrier Bildschirm



10.3 Verbrauchmaterialien, Ersatzteile und Zubehör

10.3.1 Verbrauchsmaterialien

Beschreibung	Teilenummer
Filterband	460130
Schalldämpfer für Medo Pumpe	580293
Schalldämpfer für Gast Pump	580293
Interner Pisco Filter	580291
Interner Pisco Filter – Nur Filterelement	580292
Pumpen Reparatursatz (Gast)	680820

10.3.2 .. Ersatzteile

Beschreibung	Teilenummer
Pumpenkontrolleinheit	BX-839
Netzteil	
115 VAC 60 HZ	BX-115
115 VAC 50 HZ	BX-116
230 VAC 60 HZ	BX-230
230 VAC 50 HZ	BX-231
100 VAC 60 HZ	BX-100
100 VAC 50 HZ	BX-101
Pumpe	
100 VAC 60 HZ	BX-123
115 VAC 50/60 HZ	BX-121
115 VAC 50/60 HZ Low Noise	BX-126
230 VAC 50 HZ	BX-122
230 VAC 60 HZ	BX-124
230 VAC 50/60 HZ Low Noise	BX-127
Durchflussmesser 0-20 LPM	970608
Durchflussregelventil	8776
PM10 Einlass O-Ring	
Ungefähr ø 25mm für Probenahmerohrverbindung	720084
Ungefähr ø 63mm für PM10 Vorabscheider	760079
LCD Anzeigebaugruppe	2823
Detektor	3150-1
CPU Leiterplatte	3230-4
Input/Output Leiterplatte	3250-1
Motor 4 UPM	8105
Motor 10 UPM	8106

10.3.3 ... Zubehör

Beschreibung	HORIBA Teilenummer
Pumpe im Aussengehäuse	
115 VAC 50/60 HZ	BX-131
230 VAC 60 HZ	BX-134
230 VAC 50 HZ	BX-132
Lufteinlass System – Dachdurchführung	
, Probenahmerohr, Etc.	BX-801
PM10 Lufteinlass – EPA Style	BX-802
PM10 Lufteinlass -- EU Style	BX-809
TSP Lufteinlass	BX-803
PM2.5 Sharp Cut Zyklon	BX-807
PM2.5 WINS Impaktor	BX-804
Probenahmerohr Verlängerung 2.4 m mit Rohrverbindung	BX-823
Probenahmerohr Verlängerung (Länge angeben)	BX-801S
Automatische Durchflussregelung	BX-961
Lufteinlass Adapter zur Durchflusskalibrierung	BX-305
Umgebungs Temperatursensor	BX-592
Filtertemperatur- und Feuchtesensor	BX-962
Probenahmeheizung Bandtyp 115 VAC	BX-825
Probenahmeheizung Bandtyp 230 VAC	BX-826
Probenahmeheizung Smarttyp 115 VAC	BX-827
Probenahmeheizung Smarttyp 230 VAC	BX-830
Dreibein zur Abstützung des Probenahmerohrs	BX-828
Low Range Calibration Kit	BX-306
Mid Range Calibration Kit	BX-301
Nullluft Kalibriereinheit	BX-302
Gravimetrischer Kalibriersatz	BX-304
Massendurchfluss Kalibriersatz	BX-303
Kalibriersatz für volumetrischen Luftdurchsatz	BX-307
Echtzeit Anzeigemodul für APDA-371	BX-894
Probenahmerohr Reinigungssatz	BX-341
PM10 Lufteinlass Reinigungssatz	BX-344
Serieller Drucker	BX-601
Konverter für Drucker mit Parallelschnittstelle	BX-602
Aussenaufstellungsgehäuse	BX-902
Aussenaufstellungsgehäuse, klimatisiert	BX-903
Wartungswerkzeugsatz	BX-308
Diagnose Satz	BX-342

ANHANG A - APDA-371 Gerätespezifikationen

Tabelle 7: Gerätespezifikationen

Parameter	**Spezifikation**
Messprinzip	Konzentrationsmessung durch Betaabsorption
Referenz Methode	Gravimetrische Filtersammler Methode
Messbereiche:	0-0.100, 0.200, 0.250, 0.500, 1.000, 2.000, 5.000, 10.000 mg/m^3
Nachweisgrenze (24 Stunden)	± 2 µg im Konzentrationsmessbereich von 0.000 mg to 0.100 mg/m^3 (24 Stunden mode) 2 % im Konzentrationsmessbereich von 0.100 mg to 1.000 mg/m3
Nachweisgrenze (1 Stunde)	± 8 µg im Konzentrationsmessbereich von 0.000 mg to 0.100 mg/m^3 (1 Stunden Messzyklus) ± 8% im Konzentrationsmessbereich von 0.100 mg to 1.000 mg/m^3
Auflösung:	± 1 µg/m3
Span Stabilität (1 Monat)	± 1%, gemessen mit eingebauter Referenzmembran
Minimale Anzeige	± 1 µg/m3 (± 0.001 mg/m^3)
Kalibrierungstest	Eingebaute Kalibriermembran erlaubt einen automatischen Kalibriertest. Die Membran wird automatisch jede Stunde gemessen und die Abweichungen > 5% vom gespeicherten Referenzwert aufgezeichnet.
Messzyklus	1 Stunde Standard, oder Benutzer einstellbar von 1 Minute bis zu 200 Minuten. Spezielle Messzyklen verfügbar.
Beta Messung	C-14 Strahlenquelle , 2.22 X 10^6 Bq (60 µCi), Halbwertszeit beträgt 5730 Jahre
Detektor:	Plastikszintillationszähler
Filterband	Glasfaserfilterband, 30mm breit und 21 Meter lang. Eine Rolle reicht für ca 60 Tage im 1 Stunden Messzyklus
Durchflussrate:	16.7 Liter/Minute (Standard), einstellbar von 0-20 LPM
Durchflussmessung	Gemessen mit Massendurchflussmesser.
Vakuumpumpe	1/3 PS Drehschiebervakuum Pumpe (Gast - Standard)
Probenahmeheizung	Optional es stehen 2 Heizungstypen zur Verfügung. Dies ist die BX-825/BX826 oder BX-827/BX-830 Option.
Eignungsprüfungen	US EPA, United Kingdom, Korea, Japan, China

Tabelle 8: APDA-371 Bedienelemente / Schnittstellen

Parameter	**Spezifikation**
Anzeige und Tastatur	8 Zeilen je 40 Zeichen breite Anzeige, zur Darstellung aller Bedien-, Kalibrier oder Einstellparameter mit Menü und Pfeiltastennavigation. Die Tastatur hat 4 Software Funktionstasten, 4 Pfeiltasten und sechs weitere Funktionstasten
Anzeige Funktionen	LCD Bildschirm mit 8 X 40 Zeichen und einstellbarer Hintergrundbeleuchtung MENÜ geführte Bildschirme für SETUP, OPERATE, TEST
Analog Ausgang	0-1 oder 0-10 VDC, per Schalter einstellbar (optisch entkoppelt) 4-20 oder 0-16 mA, per Schalter einstellbar (optisch entkoppelt)
Serielle Schnittstelle #1	Datenübertragung und Gerätefernbedienung. Diese Schnittstelle wird oft auch mit einem Modem zur Fernsteuerung betrieben.
Serielle Schnittstelle #2	Diese Schnittstelle ist nur für Datenausgabe und kann mit einem Drucker oder Computer benutzt werden. Die Ausgabe kann als Datum, Uhrzeit, Messdaten oder als eine von 2 verschiedenen Diagnoseausgaben eingestellt werden. Wird vom Wartungspersonal benutzt.
Printer	Ein Drucker mit RS-232 Schnittstelle kann an die Serielle Schnittstelle #2 angeschlossen werden, optional ist auch ein seriell auf parallel Verbindungskabel erhältlich zum betrieb von Druckern mit Standard Parallelschnittstelle.
Printer, external	80 Spalten serieller Drucker ist optional verfügbar
Fernsteuersignale (Telemeter)	Externer Triggereingang (optisch entkoppelt) Trigger Fehlereingang (optisch entkoppelt)
Alarmrelais	-Ungültige Daten -Filterbandriss -Durchflussfehler -Netzfehler -Wartungssignal
Software	Kann mit jedem transparenten Datenübertragugsprogramm wie z.B. Hyperterminal oder mit HORIBA's Datenauslesesoftware betrieben werden.
Fehlermeldungen	Filterbandriss, Kalibrierwertabweichung, Luftdurchflussabweichung, Differenzdruck zu hoch, Zählraten zu klein Siehe Abschnitt 4.16 für eine komplette Liste.
Aufgezeichnete Daten	Konzentration (mg/m^3) mit einstellbarer Aufzeichnungsrate (1-200 Minuten)
Speicherkapazität	30-200 Tage abhängig von der Aufzeichnungsrate
Ausgabe	Liest RS-232 Daten (von APDA-371 remote site)

Tabelle 9: APDA-371 Physikalische Parameter

Betriebstemperaturbereich	0-40 °C (0-90% RH, nicht kondensierend) 5-40 °C geprüft in Eignungsprüfung
Erweiterter Betriebstemperaturbereich	-30° to +60 °C (0-90% RH, nicht kondensierend)
Netzspannung/Frequenz	100/115/230 VAC, Netzteil intern umschaltbar per Schalter, 50 oder 60 Hz, ebenfalls per Hand einstellbar im inneren des Gerätes
Gewicht:	Ca. 21 Kg (46.3 pounds) , ohne Vakuumpumpe
Abmaße	(H) x (B) X (L) (36.5)x(48.3)x(45.7) cm
Stromverbrauch Zentralgerät Gesamtsystem mit Pumpe (Gast) + Heizung mit Pumpe (MEDO) + Heizung	75 VA ca. 780 VA ca. 370 VA
Kalibrierung im Feld	Eine Kalibrierung im Feldeinsatz kann durch den Vergleich mit Referenzsammlern mit Gravimetrischer Auswertung durchgeführt werden.

ANHANG B - Daten der Werkskalibrierung für Ihr Gerät

Werkskalibrierungs Daten

Datum: _____

Seriennummer: _____

Durchfluss Kalibrierung

Cv: _____ EPA SLPM per mm-Hg

Qo: _____ EPA SLPM

Referenzmembran Kalibrierung

μ_{SW}: _____ cm^2/mg

ABS: _____ mg/ cm^2

Konzentrations- Kalibrierung

K: _____

BKGD: _____ mg/ cm^3

E1: _____ mg/ cm^3

ANHANG C - RS-232 Ausgabemenü

RS-232 KOMMANDO ÜBERSICHT

1 – Display Current Day Data
Zeigt nur die Daten des laufenden Tages an.

2 - Display All Data
Zeigt alle gespeicherten Daten an.

3 - Display New data
Zeigt alle noch nicht ausgedruckten Daten an

4 - Display System Configuration
Allgemeiner Bildschirm zeigt die eingestellten Geräteparameter an. Siehe Ausdruckbeispiel unten:

```
* 4
------------------------------------------------------------
|     > APDA 1020 <  SETUPS   02/10/1996    06:43:05      |
------------------------------------------------------------

APDA Sample Time: 015 Minute(s)
MET Sample Time: 05  Minute(s)
ABS: 0.805
mu: 0.285
K: 0.950
BKGD: -0.009
Cv Qo: 2.622 0.000
E1 E2 E3 E4: -0.005 0.500 0.000 15.000
DAC Mask: = 0x03ff
Ap FRl FRh: = 150.000 10 20
Cp Cm I% F%: = 50.000 -20.000 99 99
RS232: 9600 N 8 1
Firmware Ver: 2.03.03
Station ID: 01
Channel Identification:
Channel              01     02     03     04     05     06
Type     Conc   Qtot   no     no     no     no     no     AT
Units    mg     m3     V      V      V      V      V      C
Mult     1.000  3.000  1.000  1.000  1.000  1.000  1.000  080.0
Offset  -0.005  0.000  0.000  0.000  0.000  0.000  0.000 -030.0
```

5 - Display Date / Time
Druckt eingestelltes Datum und Uhrzeit aus.

6 - CSV DATA Output
- 2 - All DATA
- 3 - New DATA

7 - Display Last 100 Errors
Zeigt alle Fehler mit dem Zeitpunkt des Auftretens an

8 - Display > < Utility Commands
Untermenü zum Herunterladen der Daten und Einstellen des Gerätes.

9 - Display Pointers
Dieser Befehl zeigt den gegenwärtigen Status des Datenspeichers an. Die aktuelle Eingabepointer Position und die Anzahl der gespeicherten Messwerte werden angezeigt.

ANHANG D - RS-232 Fernsteuerbefehle

ASCII Kommandos:

ANMERKUNG: Das Passwort das in den Fernsteuerbefehlen verlangt wird ist identisch mit dem über die Funktionstasten gewählten (Zum Beispiel die Sequenz F1 F2 F3 F4 ist dann 1234).

a - RS-232 Port #2 Funktion Select (THIS IS NOT VISIBLE COMMAND!)

Setzt die zweite Serielle Schnittstelle entweder in den Diagnostik oder Druckmode

1 - Druckmode
2 - Standard Diagnostik
3 - Werks Diagnose
4 - Komma Getrennte Datenausgabe Port
5 - Abbruch

c - Löschen des Datenspeichers (Passwort wird benötigt)

Achtung dieser Befehl wird alle gespeicherten Messdaten im Gerät löschen. Die Eingabe des Passwortes ist hier notwendig.

d - Setzen des Datums (Passwort wird benötigt)

Setzen des Datums. Hier wird das Passwort benötigt.

e - Anzeige von Hex EEPROM Setup Werten

Wird für Diagnostik Zwecke benötigt. Zeigt Inhalte von Speicherzellen an in denen die Einstellparameter gespeichert werden.

f - Werkskalibrier Tests

Wird nur für die Werkskalibrierung verwendet - nicht empfohlen im Feldeinsatz!

h,H,? - Anzeige > < System Menü

Zeigt das Hauptmenü an.

i - Anzeige ID Werte

Wird für Diagnostik Zwecke benötigt. Zeigt die ID (Identifizierungs-) Codes der MET Sensoren an.

m - Anzeige Hex Daten Speicherwerte

Wird für Diagnostik Zwecke benötigt. Zeigt verschiedene gespeicherte Werte an.

p - Verändern des Modem Pointer's

(Für Details hierzu wenden Sie sich bitte an HORIBA Europe GmbH)

q - Anzeige Stations ID

Zeigt die eingestellte Stationsidentifikationsnummer.

t - Setzt Uhrzeit (Passwort wird benötigt)

Setzt die Uhrzeit des Gerätes. Die Eingabe des Passwortes ist hier notwendig.

BINÄRE KOMMANDOS

b - XMODEM Herunterladen der Daten

XMODEM ist ein Standard binares Datentransfer Protokoll. Das Kommando erlaubt die Übertragung von binären Daten die im AutoMet Gerätespeicher abgelegt sind. Der AutoMet Report benutzt dieses Kommando zum Herunterladen der Daten. (Anmerkung: Dieses Kommando erfordert ein Software handshaking und ist nicht empfohlen für den Terminalsoftware Betrieb).

r - XMODEM Herunterladen der aktuellen Werte

Übertragen der aktuellen Messwerte erlaubt eine schnelle Überprüfung der Momentanwerte der Sensoren, Alarme und verschiedener Einstellungen. AutoMet Report benutzt dieses Kommando für den Monitor Bildschirm. (Anmerkung: Dieses Kommando erfordert ein Software handshaking und ist nicht empfohlen für den Terminalsoftware Betrieb).

x -XMODEM Download of EEprom Value

Herunterladen des EEPROM's erlaubt eine schnelle Überprüfung des nichtflüchtigen Speichers im APDA-371 (Für Diagnose Zwecke).

ANHANG E - Ausgabebeispiel der aktuellen Daten

TYPISCHE AUSGABE

Report for 12/09/99 - Day 343 > < Station ID: 1

Channel		01	02	03	04	05	06
Sensor	Conc	Qtot	no	no	no	no	no	no
Units	<Errors>	mg/m3	m3	V	V	V	V	V	V
00:00	----------	0.011	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
01:00	----------	0.014	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
02:00	----------	0.013	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
03:00	----------	0.016	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
04:00	----------	0.013	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
05:00	----------	0.014	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
06:00	----------	0.016	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
07:00	----------	0.018	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
08:00	----------	0.019	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
09:00	----------	0.018	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
10:00	----------	0.016	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
11:00	----------	0.014	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
12:00	----------	0.011	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
13:00	----------	0.012	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
14:00	----------	0.014	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
15:00	----------	0.011	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
16:00	----------	0.014	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
17:00	----------	0.015	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
18:00	----------	0.018	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
19:00	----------	0.020	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
20:00	----------	0.016	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
21:00	----------	0.014	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
22:00	----------	0.011	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
23:00	----------	0.009	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
Savg		0.015	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
Vavg		0.000	0.000	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0

Data Recovery 100.0 %

Die APDA-371 Geräte speichern sowohl die Messdaten als auch die Fehlermeldungen während jedem Messzyklus. Das Ausgabeformat ist wie folgt:

```
02:00 ----------  -0.000  0.000  000.0  0.000  0.000  0.000  0.000  020.1
03:00 EUMILRNFPDCT -0.000  0.000  000.2  0.001  0.001  0.001  0.003  020.2
```

Der Ausdruck eines Buchstabens zeigt an, dass ein Fehler in diesem Messzyklus gefunden wurde. Die Bedeutung der einzelnen Fehlerbuchstaben finden Sie in Abschnitt 4.16.

ANHANG F - Fehlermeldungen

Die APDA-371 Monitore bieten die ständige Anzeige von Variablen wie Luftdruck und Luftdurchflussrate. Fehler werden im Gerät gespeichert und sind über die RS-232 Schnittstelle abrufbar.

Maximale Motor Einschaltzeiten

Die Laufzeiten der Transportmotoren können länger als eine vorgegebene maximale Zeit dauern, wenn zum Beispiel ein Motor klemmt oder das Filterband reißt. Ein überschreiten der maximalen Einschaltzeiten für die Motoren führt zu einer Fehlermeldung, die entsprechend der Funktion des Motors kodiert ist. (FILTERBANDRISS, BESTAUBUNGSKAMMER KLEMMT, REFERENZ MEMBRANE KLEMMT). Die voreingestellten maximalen Einschaltzeiten sind weiter unten aufgelistet. Die Zeit für den Filterbandmotor ist bezogen den Transport für nur einen Filterfleck.

Motor	Funktion	Maximale Einschaltzeit (Sek)
M1	BESTAUBUNGSKAMMER	10
M2	REF MEMBRAN	15
M3	VORRATSROLLE	10
M4	AUFWICKELROLLE	10
M5	TRANSPORTWALZE	5

Fehlerprotokoll

Ein Speicher für die letzten 100 aufgetretenen Fehler ist im Gerät vorgesehen. Zur jeweiligen Fehlermeldung wird das Datum und die Uhrzeit des Auftretens gespeichert. Das Fehler-protokoll kann über die serielle Schnittstelle ausgelesen werden.

Protokoll Definitionen

COUNT FEHLER: weniger als 10,000 Ereignisse / 4 MINUTEN

PRESSURE FEHLER: Druckdifferenz > AP

FLOW RATE FEHLER: |Q -16.7|/16.67 > F%

CALIBRATION FEHLER: $|\underline{m - ABS}|/ABS > 0.05$ (Abweichung > 5%)

FILTERBANDRISS

Der Sensor S6 ist ständig an, unabhängig von den Motorbewegungen von M3-M5.

BESTAUBUNGSKAMMER KLEMMT

Die Sensoren S4 und S5 verändern ihren Schaltzustand nicht auch wenn der Bestaubungskammermotor M2 eingeschaltet ist.

REFERENZ MEMBRAN KLEMMT

Die Sensors S2 & S3 verändern ihren Schaltzustand nicht auch wenn der Referenzmembranmotor M1 eingeschaltet ist.

NETZ FEHLER

Unterbrechung der Netzspannung zum beliebigen Zeitpunkt.

Mitteilung 4

Mitteilung zur Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010 (BAnz. S. 2597, Kapitel II, Nummer 1.1, 7. Hinweis) und zur Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 06. Juli 2012 (BAnz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV, 2. Mitteilung)

Die Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider der Fa. HORIBA Europe GmbH für die Messkomponente Schwebstaub PM_{10} erfüllt die Anforderungen der DIN EN 12341 sowie des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ in der Version vom Januar 2010. Darüber hinaus erfüllt die Herstellung und das Qualitätsmanagement der Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{10}-Vorabscheider die Anforderungen der DIN EN 15267.

Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung mit der Berichtsnummer 936/21221789/A ist sind im Internet unter www.qal1.de einsehbar.

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung APDA-371 mit PM_{10} Vorabscheider der Firma HORIBA Europe GmbH für die Messkomponente Schwebstaub PM_{10} lautet:

3236-07 5.1.1

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 18. März 2013